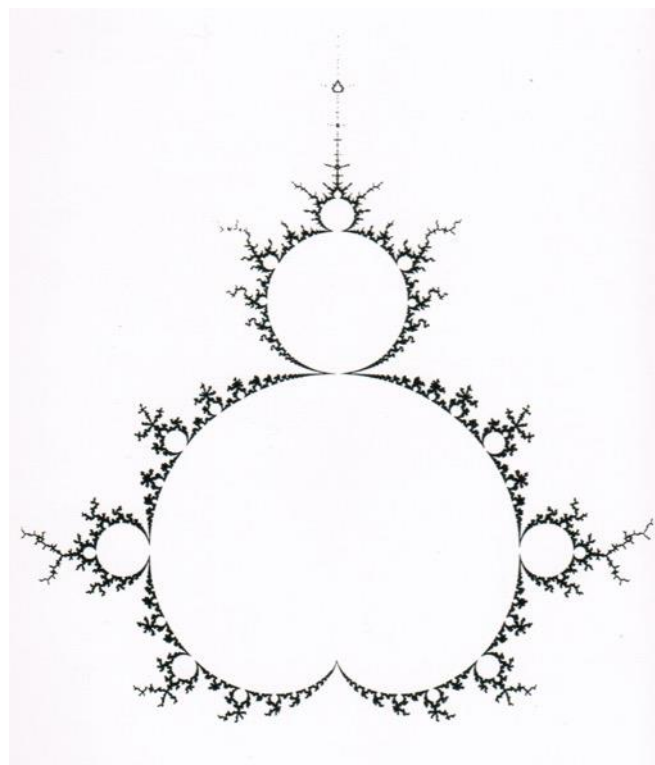


Grenzenloses Wachstum um jeden Preis?

Das logistische Wachstumsmodell
gibt überraschende Antworten!



3. Entwurf, Stand 22.05.2020
Lothar Krätzig-Ahlert,
Jakob-Weitz-Str. 13
41472 Neuss

Inhaltsverzeichnis

1. VORWORT.....	4
2. DIE DREI WACHSTUMSMODELLE.....	6
3. DAS LOGISTISCHE WACHSTUMSMODELL.....	11
4. DAS CORONAVIRUS UND DAS LOGISTISCHE WACHSTUM.....	24
4.1. EINFÜHRUNG	24
4.2. FAKTEN	26
4.3. HANDLUNGSOPTIONEN	29
4.3.1. 1. FALL: EIN BEKANNTES VIRUS.....	29
4.3.2. 2. FALL: EIN NEUES VIRUS, DAS CORONAVIRUS.....	29
4.4. ENTSCHEIDUNG	35
4.5. DURCHFÜHRUNG	35
4.6. ERSTE ERGEBNISSE	36
4.7. ANALOGIE KLIMAWANDEL.....	45
4.8. DIE ERSTE DOKUMENTIERTE CHOLERA-PANDEMIE.....	46
4.9. ANMERKUNGEN ZU KAPITEL 1 BIS 4.....	49
5. KONSEQUENZEN FÜR UNSERE MENSCHLICHE POPULATIONSDYNAMIK.....	51
5.1. HISTORISCHER RÜCKBLICK.....	51
5.2. DER DEMOGRAFISCHE ÜBERGANG.....	58
5.3. DIE OPTIMALE POPULATIONSDICHTE.....	62
5.3.1. 1. VERGLEICH, HISTORISCHER ANSATZ.....	64
5.3.2. 2. VERGLEICH, EIN AKTUELLER EUROPÄISCHER VERGLEICH	64
5.3.3. 3. VERGLEICH, VERGLEICHENDE VERHALTENSFORSCHUNG	66
5.3.4. ZUSAMMENFASSUNG DER ANGESTELLTEN VERGLEICHE	68
5.4. ZURÜCK INS PARADIES, EINE POPULATIONSDYNAMISCHE UTOPIE?	69
5.5. ERGÄNZUNG ZUM KAPITEL 5 AUFGRUND DER CORONAKRISE	74
5.6. ANMERKUNGEN KAPITEL 5.....	75
6. DAS SYSTEM FINANZWIRTSCHAFT.....	76
6.1. EINFÜHRUNG	76
6.2. HISTORISCHER ÜBERBLICK.....	76
6.3. KEYNES UND DAS LOGISTISCHE WACHSTUM	79
6.4. GRENZEN FÜR DIE FINANZWIRTSCHAFT	82
6.5. DIE ENTWICKLUNG DES ZINSSATZES.....	90
6.6. DIE MÖGLICHKEITEN ZUR KAPITALANLAGE	92
6.7. DER KONJUNKTURZYKLUS	95
6.8. MINIMALINVASIVE STEUERUNG DER FINANZWIRTSCHAFT	99
6.9. ANMERKUNGEN KAPITEL 6.....	103

7.	<u>DAS LOGISTISCHE WACHSTUM ALS NATURGESETZ</u>	<u>105</u>
7.1.	NEWTON	105
7.2.	EINSTEIN.....	105
7.3.	VERHULST	105
7.4.	IST UNSER SONNENSYSTEM INSTABIL ODER STABIL?	106
7.5.	ANMERKUNGEN ZU KAPITEL 7.....	108
8.	<u>ZUSAMMENFASSUNG.....</u>	<u>109</u>
9.	<u>DANKSAGUNG.....</u>	<u>110</u>
10.	<u>LITERATURVERZEICHNIS.....</u>	<u>111</u>
11.	<u>ABBILDUNGSNACHWEIS</u>	<u>116</u>
12.	<u>ANHANG</u>	<u>117</u>
12.1.	PROGRAMMIERANLEITUNG LÖSUNG DER LOGISTISCHEN GLEICHUNG.....	117
12.2.	HERLEITUNG LOGISTISCHE GLEICHUNG	119
12.3.	HERLEITUNG WERTEBEREICH FÜR DEN WACHSTUMSFAKTOR W	120
12.4.	PROGRAMMIERANLEITUNG ITERATIVE LÖSUNG DER LOGISTISCHEN GLEICHUNG	122
12.5.	RÄUBER-BEUTE-MODELL NACH LOTKA-VOLTERRA	124
12.6.	MODELLRECHNUNGEN ZUR AUSBREITUNG VON INFEKTIONSKRANKHEITEN	128
12.6.1.	SI-MODELL.....	128
12.6.2.	SIS-MODELL	129
12.6.3.	SIR-MODELL.....	130
12.7.	ZINSENTWICKLUNG AB 1.300 BIS HEUTE	132
12.8.	TEXTAUSZÜGE KEYNES	133
12.9.	ÜBERSCHUSS DER GEBORENEN (+) BZW. GESTORBENEN (-).....	136
12.10.	NEGATIVE ZINSEN UND / ODER POSITIVE INFLATION	137
12.11.	DIE KRIEGSGESCHICHTE EUROPAS VON 1500 BIS 2000	139
12.12.	MINIMALINVASIVE STEUERUNG DER FINANZWIRTSCHAFT.....	141
12.13.	ANMERKUNGEN ZU KAPITEL 8 BIS 12	144

1. Vorwort

Grenzenloses Wachstum um jeden Preis? Eine provokante Frage. Das heutige Wirtschafts- und Finanzsystem basiert auf materiellem Wachstum. Materielles Wachstum ist das Mantra der heutigen Zeit, und für manche ist Wachstum fast schon eine Droge. Alles muss mehr werden. Dass diese Spirale zwanghaften materiellen Wachstums keine Zukunft haben kann, ahnen viele Menschen. Doch wo ist die Alternative?

Es gibt tatsächlich ein Wachstumsmodell, das bei immerwährendem Wachstum im Ergebnis eine Konstanz erzeugt. Eine Konstanz, die mit den Grenzen des materiellen Wachstums, mit der Endlichkeit unserer realen Welt, vereinbar ist und einer inhaltlichen, unbegrenzten Weiterentwicklung nicht im Wege steht. Die Unterscheidung zwischen materiellem Wachstum, das begrenzt ist, und einer immateriellen, geistigen Weiterentwicklung, die aus heutiger Sicht unbegrenzt erscheint, ist wichtig. Thema des Sachbuches ist das logistische Wachstumsmodell im materiellen Sinn.

Das logistische Wachstumsmodell ist in einem bestimmten Wertebereich für die Wachstumsrate in der Lage, ein zeitlich unbegrenztes Wachstum und gleichzeitig einen stationären Zustand zu erreichen. Das ist kein neues Phänomen, das es aber erst mal zu erläutern und zu verstehen gilt. Das logistische Wachstumsmodell bietet auch zusätzlich einen Erklärungsansatz zur Wachstumskrise. Bei einer zu hohen Wachstumsrate führt dann Wachstum unweigerlich zum Kollaps, Crash oder Katastrophe, ein Phänomen, das wir in allen Lebensbereichen beobachten können.

Das logistische Wachstumsmodell hat meines Erachtens die Qualität eines Naturgesetzes, und bei bewusster Anwendung würden wir uns Menschen eine Menge Ärger ersparen. Oder anders ausgedrückt: Die Natur korrigiert uns Menschen offensichtlich stets in Richtung des logistischen Wachstumsmodells. Dabei spielt es keine Rolle, ob wir das logistische Wachstumsmodell kennen oder nicht kennen, oder ob wir die logistische Entwicklung wollen oder nicht wollen.

Es wird der Versuch unternommen, das logistische Wachstumsmodell anhand von drei Beispielen aus unserem realen Leben nachzuvollziehen. Daraus ergibt sich für das Buch folgende Gliederung. Zunächst werden die drei allgemein bekannten Wachstumsmodelle, das

- lineare,
- exponentielle und
- logistische

beschrieben. Schwerpunkt ist dann die detaillierte Darstellung des logistischen Wachstumsmodells.

Anschließend wird versucht, die qualitativen Aussagen des logistischen Wachstumsmodells auf unser Gesellschaftsleben zu übertragen. Beispielhaft werden dabei

- die aktuelle gesellschaftliche Krise, verursacht durch das neue Coronavirus,
- unsere menschliche Populationsdynamik und
- unsere Finanzwirtschaft

betrachtet.

Die Evolution, die wir in unserem kurzen realen Leben als zufallsbedingten sozialen und technischen Fortschritt erleben, ist als Prozess offen und nicht steuerbar. Es herrscht Zufall und Notwendigkeit. Der Zufall ist nicht beherrschbar, das ist eine Unmöglichkeit. Nach dem Zufall kommt allerdings die Notwendigkeit, und die Notwendigkeit wird von den Naturgesetzen diktiert. Das Erkennen von Naturgesetzen, der Notwendigkeit, hat bisher stets geholfen unser Leben als solches lebenswerter zu gestalten.

Damit verfolgt das Buch zwei Ziele:

1. Das logistische Wachstumsmodell hat den Charakter eines Naturgesetzes. Auf diesen Punkt soll hingewiesen werden. Es wird dabei der Weg vom linearen zum logistischen Denken aufgezeigt.
2. Es möge bitte damit eine Diskussion über die Konsequenzen des Naturgesetzes initiiert werden, um unsere Lebensqualität und / oder unsere Überlebensstrategien zu verbessern.

Um die Wachstumsmodelle zu verstehen und nachvollziehen zu können, ist ein Minimum an mathematischem Interesse oder Verständnis notwendig. Ich bitte den Leser, der mit Mathematik nur wenig im Sinn hat, das Buch nicht sofort wieder wegzulegen, sondern die Lektüre ganz einfach zu wagen, da mathematische Hintergründe auch durch Abbildungen verständlich dargestellt werden.

2. Die drei Wachstumsmodelle

Man kennt heute allgemein drei Wachstumsmodelle:¹

1. das arithmetische oder lineare,
2. das exponentielle und
3. das logistische Wachstum.

Das arithmetische oder lineare Wachstumsmodell ist aus der Dreisatzrechnung bekannt, in der üblicherweise 4 Größen ins lineare Verhältnis gesetzt werden. Dazu zwei Beispiele. Wenn man für das Pflücken der Äpfel eines Apfelbaumes mit zwei Erntehelfern eine Stunde braucht, dann werden vier Erntehelfer für die gleiche Arbeit eine halbe Stunde benötigen. Braucht man zum Pflücken von Beeren für ein kg einer seltenen Beere im Wald einen Tag, so wird man in 10 Tagen 10 kg Beeren ernten. Die Verhältnismäßigkeit ist stets linear.

Das exponentielle Wachstumsmodell lässt sich am besten durch die Zinseszinsrechnung einer Spareinlage bei Wiederanlage auf dem Bankkonto erläutern. Legt man 100,00 € für 1% Habenzinsen pro Jahr auf der Bank an, so ergibt sich damit der Wachstumsfaktor zu 1,01. Damit erhöht sich die anfängliche Spareinlage nach einem Jahr auf 101,00 €. Nach dem zweiten Jahr hat sich die Spareinlage dann wiederum um 1% erhöht auf 102,01 € usw. Der Wachstumsfaktor von 1,01 pro Jahr führt so zu einem stetigen Wachstum der anfänglichen Spareinlage.

Als weiteres Beispiel für das exponentielle Wachstumsmodell, diesmal ohne Zeitbezug, eignet sich die bekannte Geschichte von dem indischen Erfinder des Schachspiels. Der König des Erfinders wollte ihm als Dankeschön ein Geschenk machen und fragte ihn nach seinem Wunsch. Das Schachspiel hat 64 Felder und der Erfinder bat um ein Reiskorn auf dem 1. Schachfeld und dann um die Verdoppelung der Anzahl der Reiskörner auf jedem weiteren Schachbrettfeld. Die gesamte sich so entwickelnde Reismenge erbat sich der Erfinder des Schachspiels vom König als Belohnung und der König willigte ein. Das Wachstumsmodell für die versprochene Reismenge sieht also wie folgt aus:

- | | |
|---------|--------------|
| 1. Feld | 1 Reiskorn |
| 2. Feld | 2 Reiskörner |
| 3. Feld | 4 Reiskörner |
| 4. Feld | 8 Reiskörner |
| 5. Feld | 16 |
| 6. Feld | 32 |
| 7. usw. | 64 |

Das sieht zunächst noch übersichtlich aus, führt aber bei genauem Nachrechnen mit Hilfe der entsprechenden Exponentialfunktion zu einer so gigantischen Reismenge, die ganz Indien, selbst wenn man es komplett mit Weizen bepflanzen würde, nicht innerhalb eines Jahrhunderts produzieren könnte.

Der König sah das dann ein und entschuldigte sich beim Erfinder ob seiner voreiligen Zusage.

Wir machen hier jetzt erst mal eine Pause. Auf das logistische Wachstumsmodell kommen wir später zu sprechen.

Um die ersten beiden Wachstumsmodelle in mathematischer Form in ihrer zeitlichen Entwicklung darstellen zu können, müssen folgende drei Parameter definiert werden:

N = Entspricht dem Subjekt oder Objekt, das wächst.

w = Ist die spezifische Wachstumsrate. Bei Menschen, Subjekten, ist hiermit die Differenz zwischen Reproduktions- und Mortalitätsrate gemeint. Für andere Lebewesen, Objekte, gilt das gleiche. Bei leblosen Objekten, die Menschen produzieren, wäre alternativ die Produktions- abzüglich der Verbrauchsrate im technischen Lebenszyklus eines Gerätes anzusetzen.

t = ist die kontinuierlich ablaufende Zeit.

Mit den drei Parametern lassen sich die Wachstumsmodelle in ihrer zeitlichen Entwicklung als mathematische Gleichung (Gl.) beschreiben.

Arithmetisches Wachstumsmodell $N(t) = w \cdot t$ Gl. 1

Exponentielle Wachstumsmodell $N(t) = w^t$ Gl. 2

Kommen wir nun zum logistischen Wachstumsmodell, das von einem Mathematiker im 19. Jahrhundert entwickelt wurde. Da sich dieser Mathematiker auch mit der Versorgung mit Gütern, mit der Logistik, beschäftigte, gab er seiner mathematischen Gleichung die Bezeichnung logistisch.

Um das logistische Wachstumsmodell in eine mathematische Form zu bringen, benötigen wir noch einen weiteren Parameter, die tragende Kapazität K .

K = Ist die tragende Kapazität oder Tragfähigkeit allgemein eines Systems, in der die Subjekte oder Objekte wachsen. Die Definition der tragenden Kapazität oder Tragfähigkeit ist komplex und wird in jüngster Zeit für uns Menschen durch die Diskussion über den menschlichen Fußabdruck thematisiert. Dabei wird ermittelt, welchen Anteil der Biokapazität der gesamten Biosphäre der Erde für jeden Menschen notwendig ist, um ein menschenwürdiges Leben zu führen.

Beispiele für das logistische Wachstumsmodell ergeben sich für technische Geräte des täglichen Bedarfs, die Menschen nach einer Innovation produzieren, z.B. Autos, Waschmaschinen oder Smartphones. Nachdem das innovative Produkt auf dem Markt ist, wird es von all denen gekauft, die es haben möchten. Die tragende Kapazität oder Tragfähigkeit wird dann erreicht, wenn der Markt gesättigt ist, das heißt, wenn alle, die es erwerben wollen auch besitzen. Am Anfang zeigt die Verkaufskurve bzw. Wachstumskurve ein sich beschleunigendes, exponentielles Wachstum, das sich nach dem Überschreiten eines Wendepunktes abbremsen und sich dann der Sättigungsgrenze bzw. Kapazitätsgrenze anschmiegt. Die mathematische Formulierung des logistischen Wachstumsmodells sieht wie folgt aus:

Logistisches Wachstumsmodell² mit a als Integrationskonstante $N(t) = K / (1 + e^{-at})$, Gl. 3

Die Zahl e ist die natürliche Zahl mit 2,71828 Die Bedeutung der Integrationskonstanten a wird im nächsten Kapitel erläutert.

Die drei Wachstumsmodelle werden nachfolgend grafisch illustriert. Für jedes Wachstumsmodell gibt es eine Abbildung. Beim linearen Wachstumsmodell wird die Wachstumsrate w mit + 1,05, siehe blaue Wachstumslinie, angesetzt. Das entspricht einem Wachstum von 5%. Die rote Linie zeigt die negative Wachstumsrate w mit - 1,05.

Beim exponentiellen Wachstumsmodell werden zwei Beispiele vorgestellt.

Das 1. Beispiel zeigt das Zinseszinsmodell mit 5% Habenzinsen, entsprechend der Wachstumsrate von $1,00 + 0,05 = 1,05$. Bei Negativzinsen mit - 5% bedeutet dies eine Wachstumsrate von $1,00 - 0,05 = 0,95$. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Endwerte für die blaue und rote Wachstumskurve.

Würde man die spiegelsymmetrische Wachstumskurve zu 1,05 darstellen wollen, so wäre die Wachstumsrate von $1/1,05 = \text{ca. } 0,952\dots$ zu wählen.

Das 2. Beispiel entspricht dem oben beschriebenen Beispiel mit dem Schachspiel, allerdings mit Zeitbezug. Die blaue Linie zeigt die Wachstumskurve für $N(t) = 2^t$, die rote Linie zeigt die spiegelsymmetrische Wachstumskurve $N(t) = (1/2)^t$.

In allen Abbildungen läuft die Zeit t jeweils auf der horizontalen x-Achse (Abszisse) von links nach rechts, der berechnete Wert $N(t)$ auf der vertikalen y-Achse (Ordinate) von unten nach oben.

In den Modellen lassen sich alle vier Kurvenverläufe in der Zeit t sowohl vorwärts als auch rückwärts berechnen, man kommt stets zum gleichen Ergebnis $N(t)$.

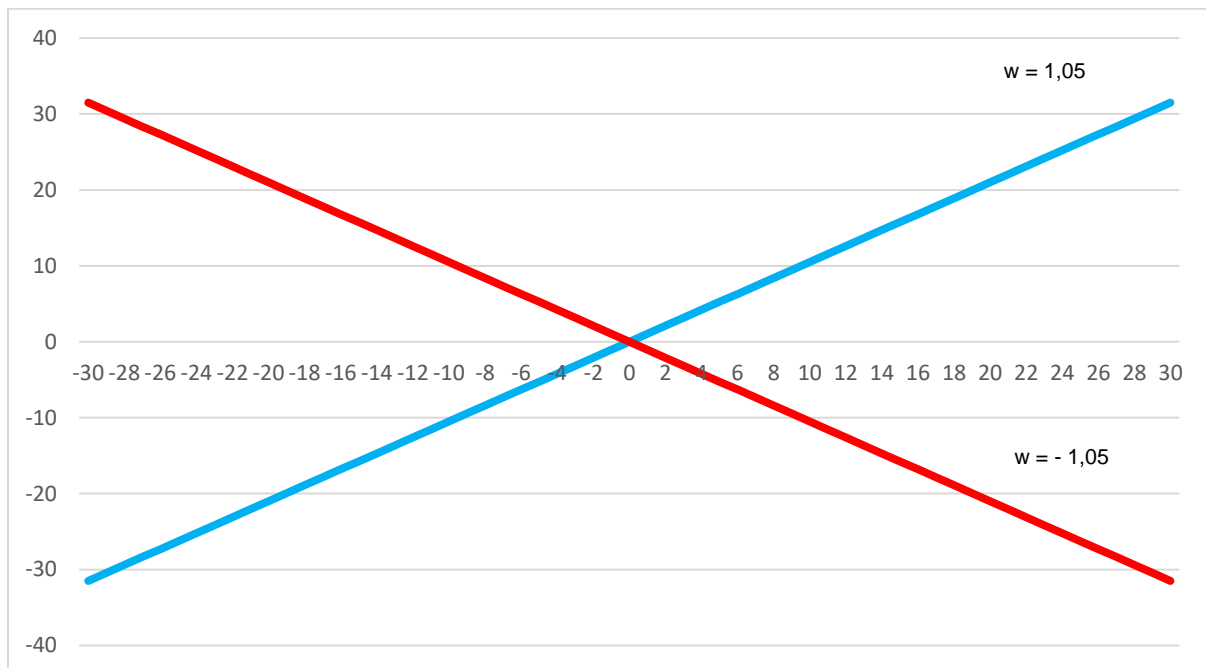


Abbildung 2.1: arithmetisches, lineares Wachstum

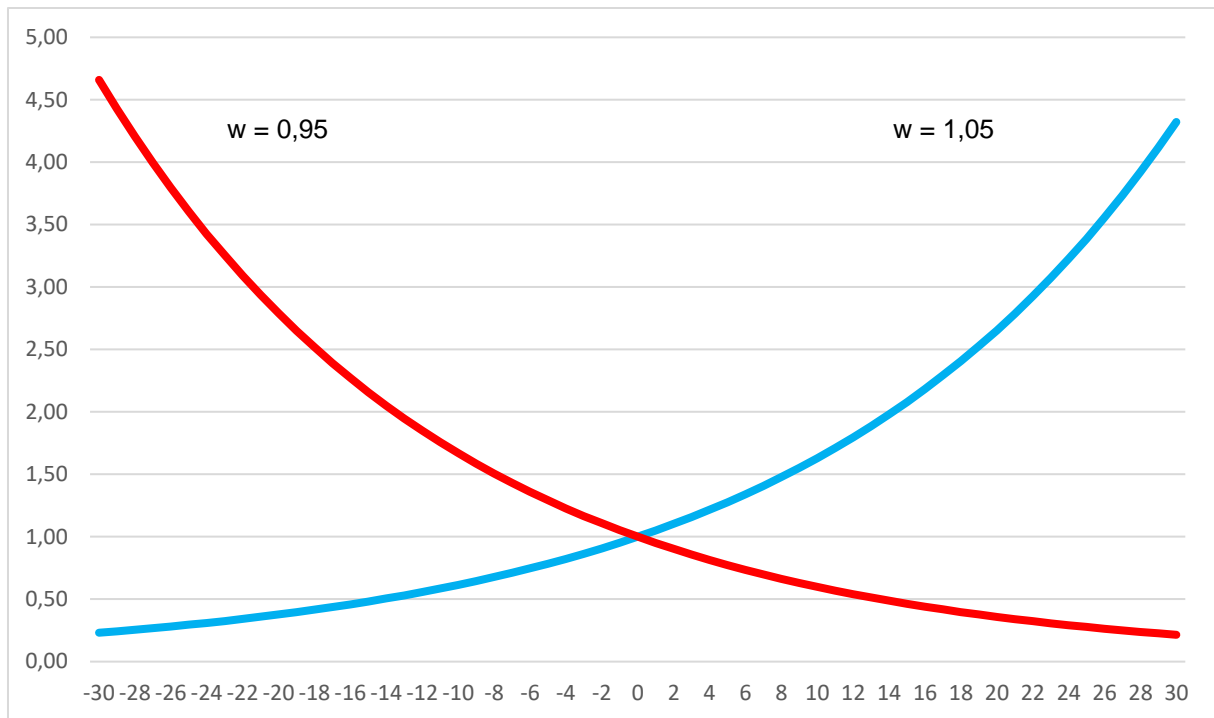


Abbildung 2.2.1: Exponentielles Wachstum $N(t) = w^t$ mit $w = 1,05$, blaue Linie und $w = 0,95$, rote Linie

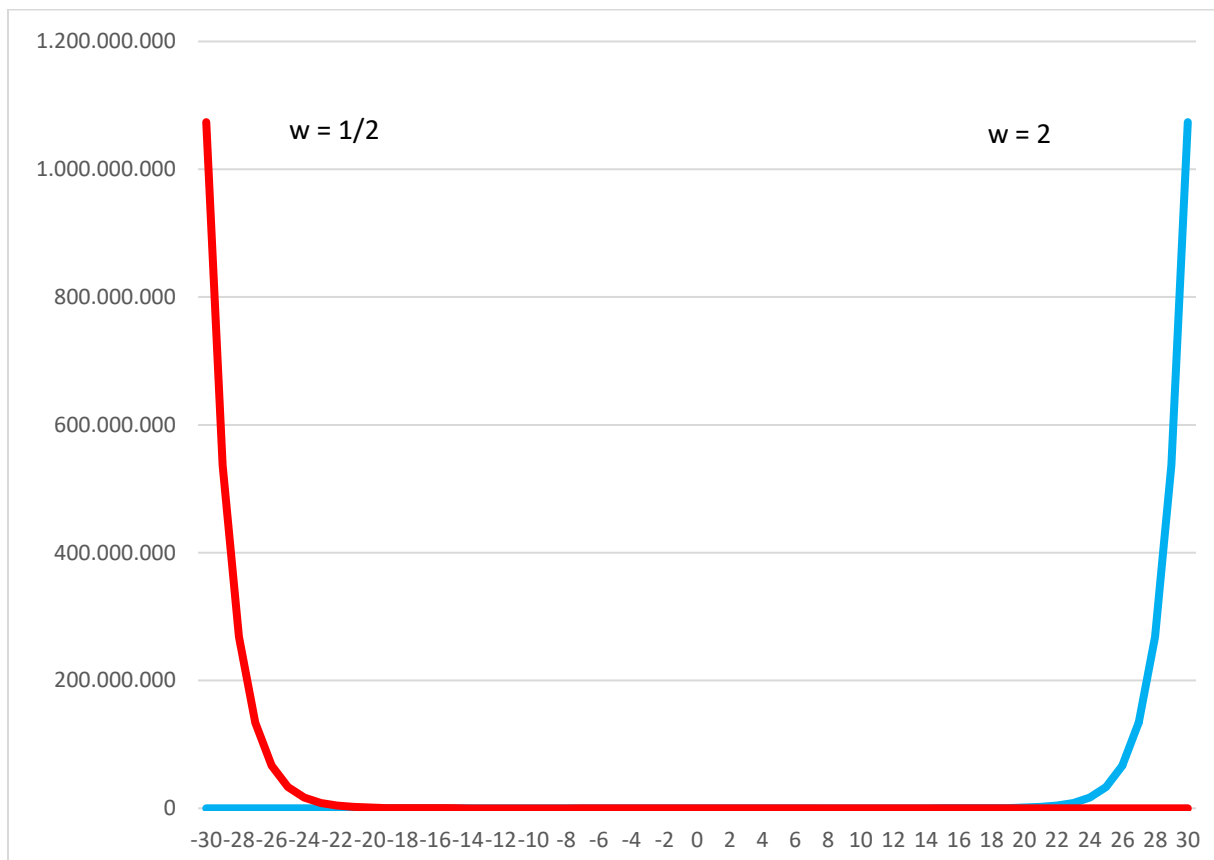


Abbildung 2.2.2: exponentielles Wachstum $N(t) = w^t$ mit $w = 2$, blaue Linie und $w = \frac{1}{2}$, rote Linie

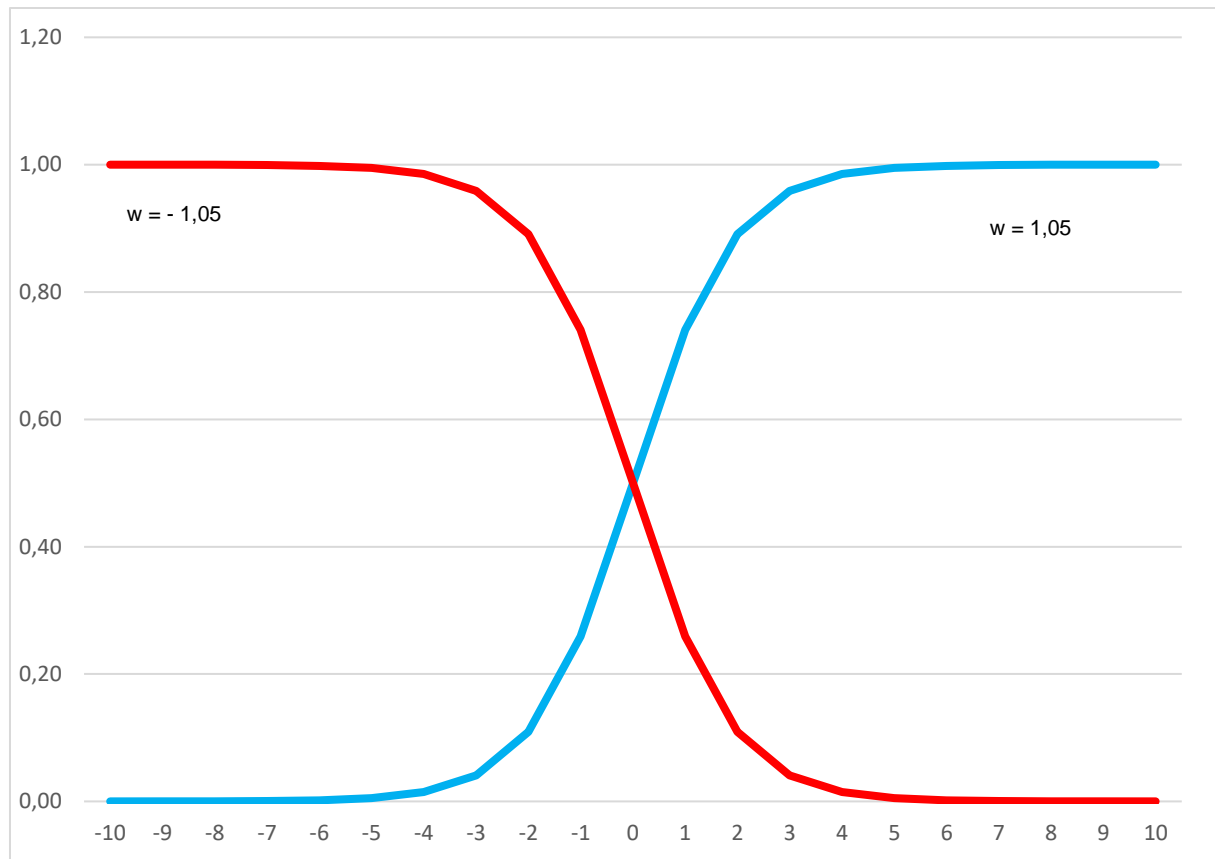


Abbildung 2.3: logistisches Wachstum $N(t) = K/(1 + e^{a-wt})$, mit $K = 1$ und $a = 0$, mit $w = 1,05$, blaue Linie und $w = -1,05$, rote Linie

Das arithmetische, lineare Wachstum beschreibt einen geraden Wachstumsverlauf, der sich aus der Steigung der Wachstumsrate w ergibt.

Das exponentielle Wachstum beschreiben eine Wachstumskurve, die mit der Zeit immer steiler wird. Liegt bei der Zinseszinsberechnung mit 5 %, entsprechend der Wachstumsrate von $w = 1,05$, der berechnete Wert $N(30)$, also für die Zeit $t = 30$, bei ca. 4,3, so erreicht der Wert $N(30)$ für den gleichen Zeitpunkt für die Wachstumsrate 2 bereits ca. 1,1 Mio. Man sieht ferner, dass die ersten beiden ersten Wachstumsmodelle keine Begrenzung kennen und damit unendliche Werte erreichen können.

Nur das logistische Wachstum beinhaltet eine interne Beschränkung auf Basis der tragenden Kapazität K . Die Wachstumskurve schmiegt sich mit der Zeit asymptotisch gegen den Grenzwert der tragenden Kapazität $K = 1$ an und wird fachtechnisch als Sigmoide, oder auch als S-Funktion, bezeichnet. Bei diesem Wachstumsmodell wird trotz gleichbleibender Wachstumsrate w bei fortlaufender Zeit t die Kapazitätsgrenze $K = 1$ nicht überschritten.

Ein Beispiel für die Lösung des logistischen Wachstums nach Gleichung 3, mittels einer Excel-Tabelle ist im Anhang 12.1 zu finden.

Das logistische Wachstum nach Gleichung 3 ist bereits seit Anfang des 19. Jahrhunderts bekannt. Mit der Weiterentwicklung der Mathematik in diesem Bereich wurde eine neue Lösungsmöglichkeit erarbeitet, auf die im Folgenden eingegangen wird.

3. Das logistische Wachstumsmodell

Das logistische Wachstumsmodell ergibt sich aus der Lösung der logistischen Gleichung und wurde von dem belgischen Mathematiker Verhulst 1838 als demographisches Modell entwickelt. Die logistische Gleichung lautet als Differentialgleichung:

$$dN/dt = w \cdot N \cdot (1 - N/K) \quad \text{Gl. 4}$$

Die oben im vorherigen Kapitel beschriebene Gl. 3 ist die Lösung für die Differenzialgleichung Gl. 4 und wurde ebenfalls bereits von Verhulst erarbeitet. Sie ergibt sich aus der Integration von Gl. 4

$$N(t) = \int dN/dt = \int w \cdot N \cdot (1 - N/K) = K / (1 + e^{-a-wt}), \text{ mit } a \text{ als Integrationskonstante} \quad \text{Gl. 3}$$

Mit der Integrationskonstanten a lässt sich die sigmoide Wachstumskurve auf der Zeitachse parallel vor- oder zurückschieben, an dem Aussehen der S-Funktion ändert sich dabei nichts. Wie kommt es zu der Integrationskonstanten a ? Die Gl. 4 stellt die Ableitung, das ist die Steigung der Wachstumsfunktion Gl. 3, dar. Möchte man die eigentliche Wachstumsfunktion errechnen, so bedarf es der Integration der Ableitung. Das umfangreiche mathematische Regelwerk für die beiden Aktionen, Bildung einer Ableitung bzw. Erstellung der Integration einer Funktion, enthält dann Vorgaben, wie die sogenannte Integrationskonstante zu errechnen ist.

Durch die Wahl unterschiedlicher Wachstumsraten w wird die Wachstumskurve steiler oder flacher. Mit unterschiedlichen Kapazitäten K wird die obere Wachstumsgrenze verändert, der spezifische Kurvenverlauf bleibt allerdings stets erhalten. Mit anderen Worten: Die logistische Gleichung nach Gl. 3 liefert ein begrenztes Wachstumsverhalten, in seiner Aussageform als S-Funktion ändert sich nichts. Die beiden nachfolgende Abbildungen verdeutlichen dieses Verhalten. Es werden je drei Sigmoiden zunächst für $K = 1$ und dann für $K = 10$ mit unterschiedlichen Parametern für w und a dargestellt.

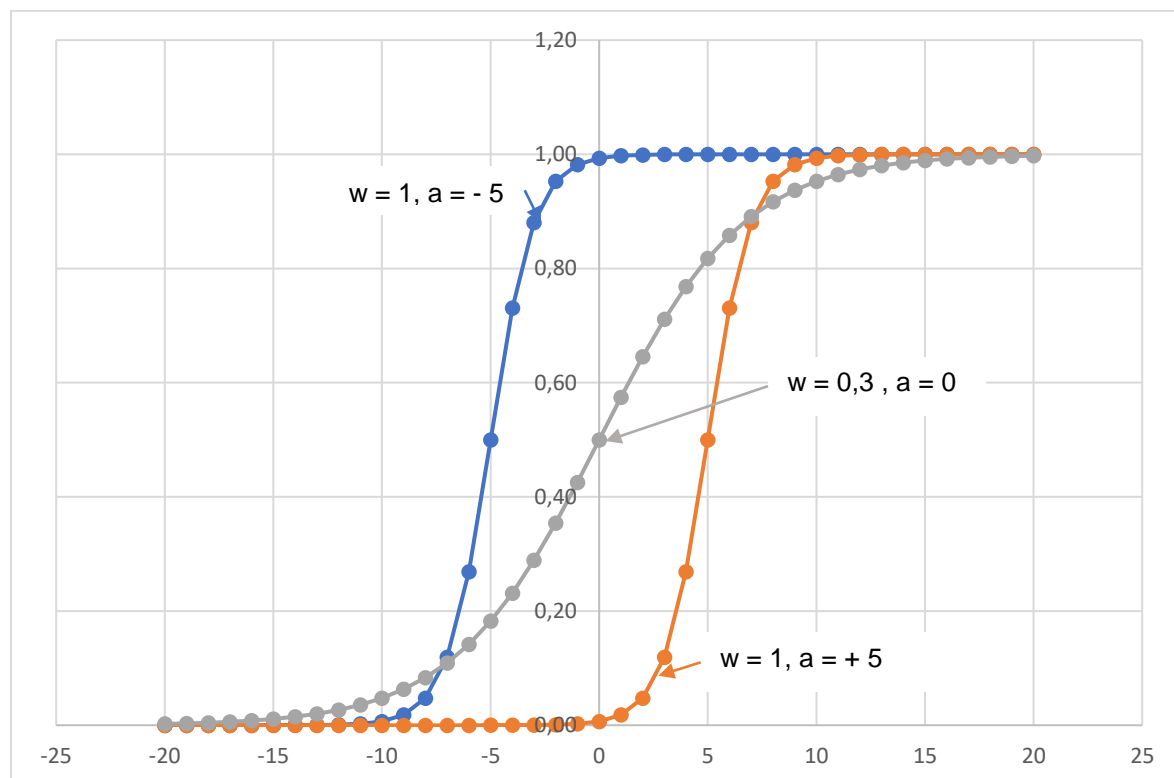


Abbildung 3.1: Drei Sigmoiden für $K = 1$ und unterschiedliche Parameter für w und a

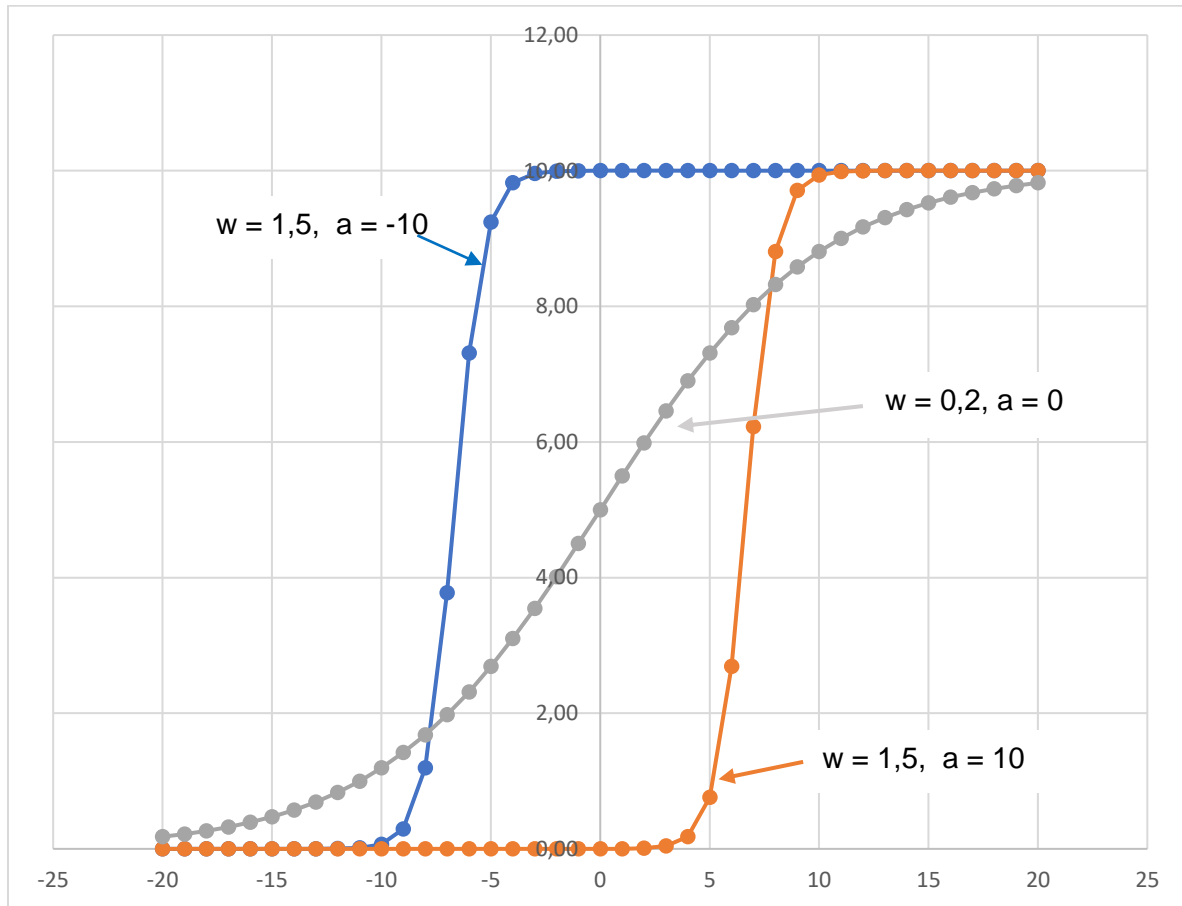


Abbildung 3.2: Drei Sigmoide für $K = 10$ und unterschiedliche Parameter für w und a

Die oben vorgestellten Lösungen für die lineare, exponentielle und logistische Gleichung haben eine Gemeinsamkeit: Der zeitliche Verlauf ist vorherbestimmt, es gibt somit keine Zukunft, die offen ist. Man kann in die Lösung jegliche Zeit t , vorwärts wie rückwärts, einsetzen, es kommt immer das durch die Gl.1 bis 3 vorherbestimmte Ergebnis heraus. Mit diesen Lösungen ist somit Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft vorherbestimmt, als gäbe es keinen Pfeil der Zeit. Dies entspricht dem mechanistischen Bild unserer Welt der Aufklärung. Es ist schon bemerkenswert, dass Einstein bis zu seinem Tod 1955 davon fest überzeugt war, dass es diesen Pfeil der Zeit nicht gibt: „Für uns gläubige Physiker hat die Scheidung zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft nur die Bedeutung einer wenn auch hartnäckigen Illusion.“³

Unser reales Leben aber schreitet schrittweise voran, und wir wissen oft nicht, was die Zukunft nach dem nächsten oder übernächsten Schritt für uns bereithält. Die Zukunft ist im realen Leben offen und nur für sehr begrenzte zeitliche Horizonte mit Wahrscheinlichkeiten behaftet prognostizierbar. Es gibt einen eindeutigen Pfeil der Zeit und zwar nur den in Richtung Zukunft.

Deshalb reflektieren wir über den getanen Schritt dahingehend, ob die Richtung und das Schrittmaß stimmt. Müssen wir eventuell für den nächsten zukünftigen Schritt die Richtung oder die Schrittlänge ändern? Es ergibt sich beim schrittweisen Vorgehen immer eine Rückkopplungsschleife vom Vor- zum Nachdenken.

Damit nähern wir uns der mathematischen Idee der Iteration, zur schrittweisen Berechnung einer Lösung mit der Zeit.

May⁴ hat erst 1974, knapp 140 Jahre nach Verhulst 1838, nach Vorarbeiten durch Edward Lorenz⁵, die logistische Gleichung als Differentialgleichung

$$dN/dt = w \cdot N \cdot (1 - N / K) \quad \text{Gl. 4}$$

iterativ, d.h. schrittweise, gelöst. Die Lösung lautet als Iterationsgleichung:

$$N_{t+1} = w \cdot N_t \cdot (1 - N_t / K) \quad \text{Gl. 5}$$

Dieser Schritt sieht so einfach aus, war allerdings im mathematischen Sinn ein gewaltiger Sprung für die mathematische Welt, so wie kurz vorher die erfolgreiche Mondlandung 1969 durch Apollo 11 für die gesamte Menschheit.

Im Anhang 12.2 findet man eine Herleitung von Gl. 5. Im Ergebnis wird die Differentialgleichung Gl. 4 durch eine Differenzgleichung Gl. 5 gelöst. Die iterative Lösung von Gl. 5 bedingt dabei zwei angepasste Parameter und weitere neue Vorgaben.

Für die Wachstumsrate w gilt nun $0 \leq w \leq 4$. Wachstumsraten außerhalb des Wertefensters sind für das Leben nicht definiert, siehe z.B. Gleich⁶. Eine Herleitung für den begrenzten Wertebereich für den Wachstumsfaktor w ist im Anhang 12.3 zu finden. Ferner wird die bisher kontinuierliche Zeit t in diskrete Zeitschritte Δt aufgeteilt. Dabei verläuft die diskrete Zeit bei der iterativen Lösung stets in positiver Zeitrichtung, d. h. in der tatsächlich erlebten Richtung unserer realen Welt. Man kann bei den Lösungen Gl. 1-3 die kontinuierlich laufende Zeit mathematisch vorwärts und rückwärts laufen lassen und kommt jeweils zu den gleichen Ergebnissen. Bei der iterativen Lösung der logistischen Gleichung ist dies nicht möglich. Die Ursache hierfür liegt in den nicht fassbaren Ungenauigkeiten bei der iterativen Lösung. Weiter unten wird hierzu ein Beispiel vorgestellt.

Die Iteration zur Lösung der logistischen Gleichung beginnt mit einem vorgegeben Startwert N_0 , der in die Gl. 5 eingesetzt wird. Für die Wahl von N_0 gilt die weitere Vorgabe $N_0 < 1$. Damit errechnet sich der Wert für N_1 . Mit dem Ergebniswert N_1 aus dem 1. Iterationsschritt wird nun im 2. Iterationsschritt der Wert für N_2 berechnet, daraus N_3 usw. Das Rechenschema für die Iteration entspricht einem Kreislauf und sieht folgendermaßen aus:

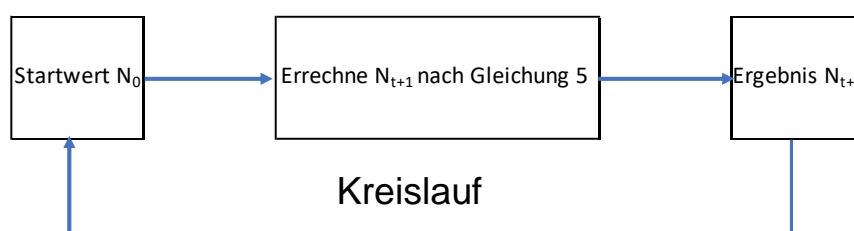


Abbildung 3.3: Kreislauf-Rechenschema zur iterativen Lösung der logistischen Gleichung

Die Lösung der Iterationsgleichung führt zu einer Vielzahl von überraschenden Lösungsmöglichkeiten und war damit Ausgangspunkt für die Entwicklung der sogenannten Chaostheorie in den 1960 - 1970er Jahre. Der Begriff Chaostheorie ist an sich missverständlich, besser wäre der Ausdruck: Theorie der Ordnung und Unordnung. Schuster spricht in dem Zusammenhang von einem regelrechten Schock⁷, der mit der iterativen Lösung der einfachsten nichtlinearen Differentialgleichung nicht nur in der Physik, sondern auch in anderen Wissenschaftsgebieten wie der Wirtschaft, der Soziologie und der Politik⁸ ausgelöst wurde.

Die Vielzahl von Lösungsmöglichkeiten kann jeder, der über ein Tabellenbearbeitungsprogramm verfügt, selbst nachvollziehen. Eine Anleitung ist im Anhang 12.4 aufgeführt. Beispielhaft sind nachfolgend die vier Lösungsmöglichkeiten für den Wachstumsfaktor w aufgeführt. Dabei ist die tragende Kapazität K stets auf 1 normiert.

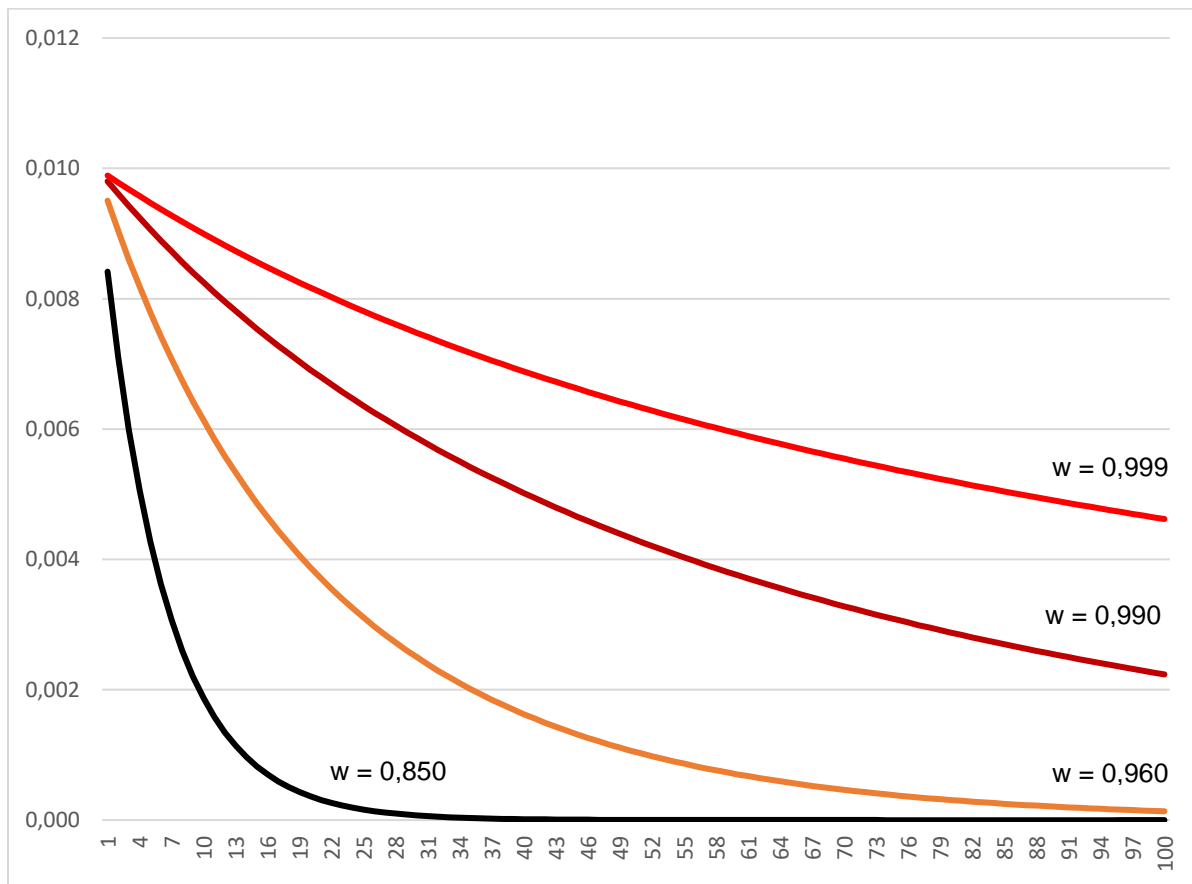


Abbildung 3.4: Für Wachstumsraten $w \leq 1$ fällt $N(t)$ auf null. Im Einzelnen sind die Wachstumsraten $w = 0,850$; $0,960$; $0,990$ und $0,999$ dargestellt.

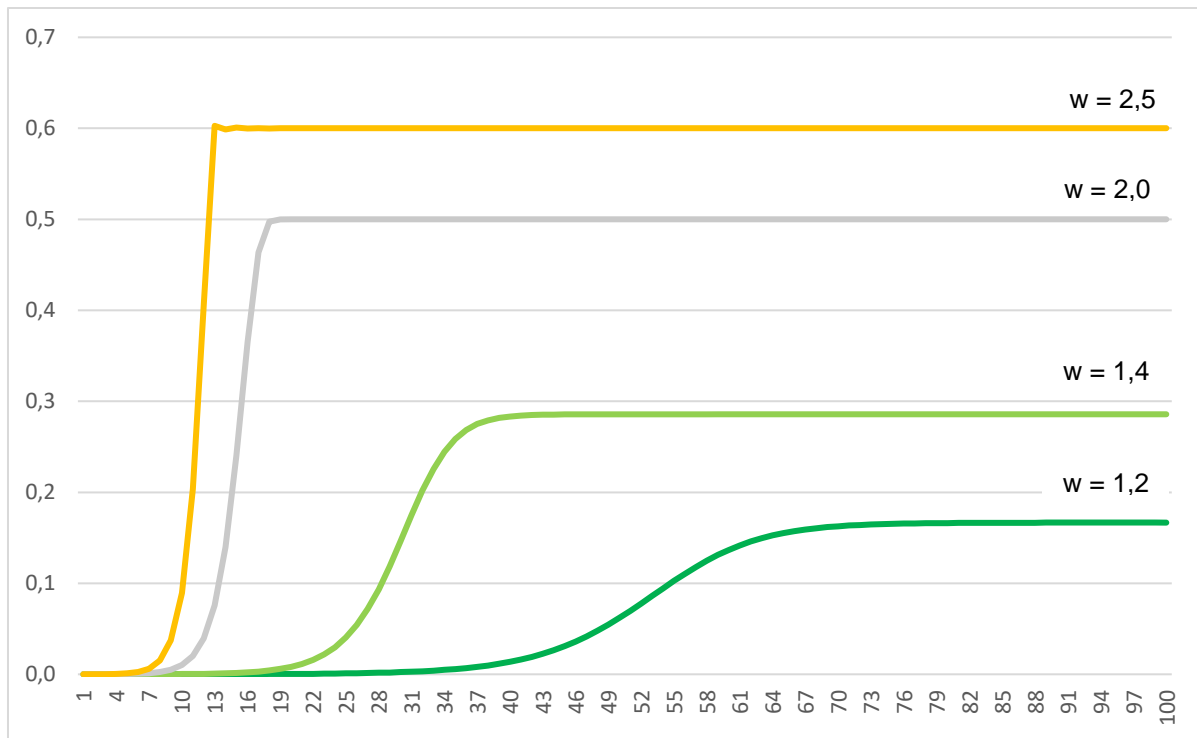


Abbildung 3.5: Für Wachstumsraten $1 < w \leq 2,5$ strebt $N(t)$ gegen den Grenzwert $G = 1-1/w$ und verharrt dort zeitlich unbegrenzt! Im Einzelnen sind die Wachstumsraten $w = 1,2$; $1,4$; $2,0$ und $2,5$ dargestellt.

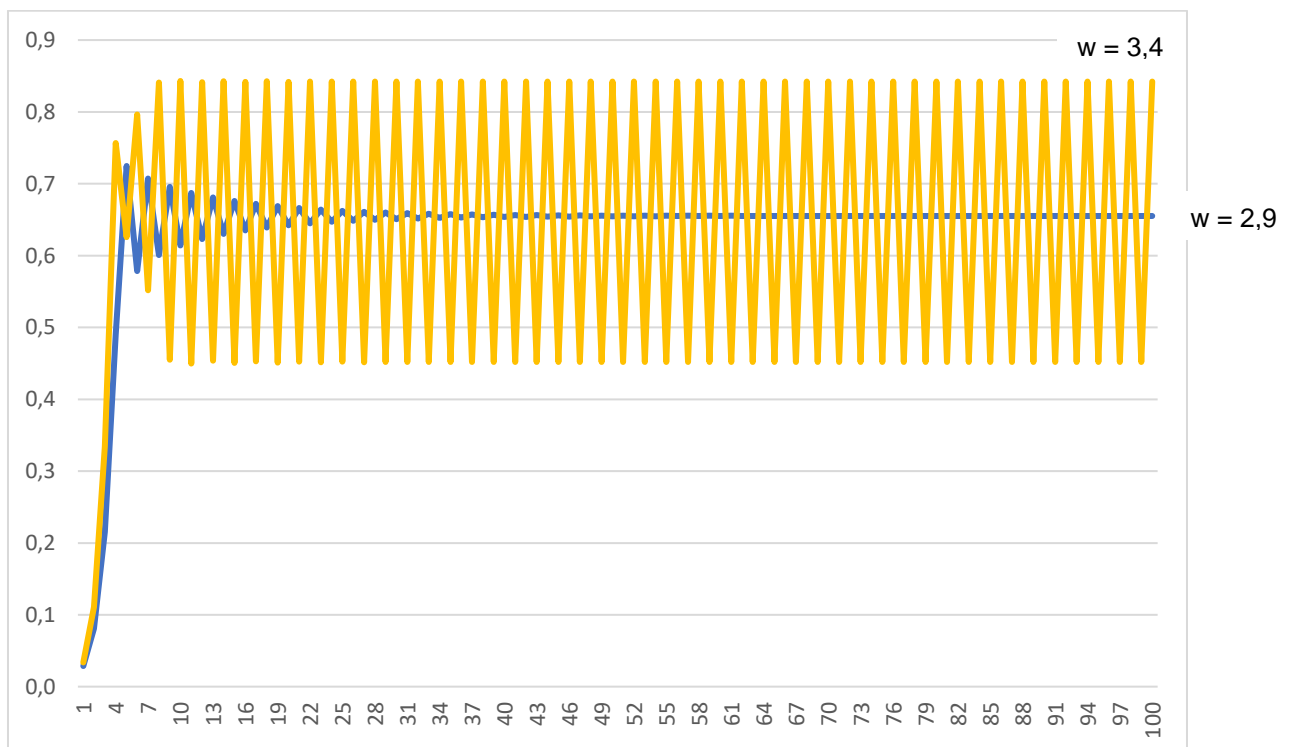


Abbildung 3.6: Für Wachstumsraten $2,5 < w \leq 3,6$ ergeben sich Schwingungen, deren Amplitude zunimmt. Im Einzelnen sind die Wachstumsraten $w = 2,9$ und $3,4$ dargestellt. Für $w = 2,9$ ergibt sich eine gedämpfte Schwingung, die auf den Grenzwert $0,66$ ausläuft, blaue Linie. Für $w = 3,4$ ergibt sich eine zeitlich konstante Schwingung, gelbe Linie.

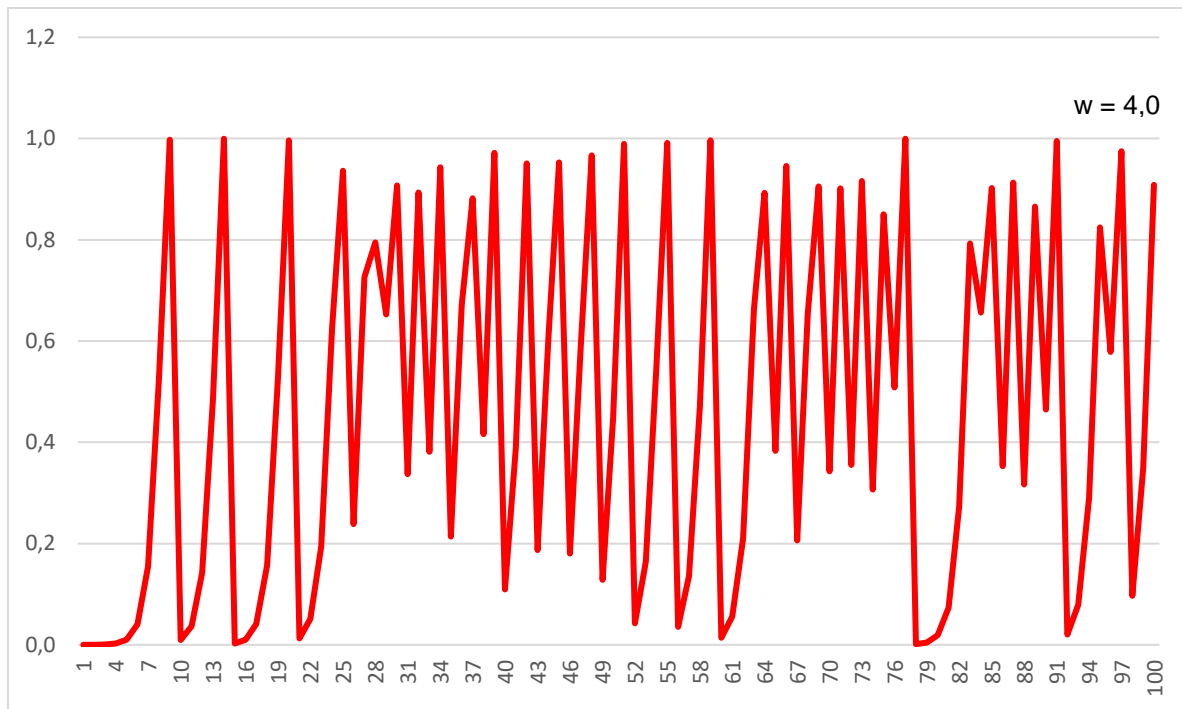


Abbildung 3.7: Für Wachstumsraten $3,57 < w \leq 4$ beginnt das deterministische Chaos. Hier ist der Kurvenverlauf für den Wachstumswert $w = 4$ dargestellt.

Die erste Graphik, Abb.3.4, zeigt einen auf null fallenden, absterbenden Wachstumsverlauf. Dies gilt für alle $w < 1$.

Die zweite Graphik, Abb. 3.5, steht stellvertretend für alle $1 \leq w \leq 2,5$. Der Wachstumsverlauf der jeweiligen Wachstumskurve nähert sich monoton dem Grenzwert $G = 1-1/w$ an. Für $w = 2$ ergäbe sich damit der Grenzwert zu 0,5. Dieser Fall entspricht auch gut optisch der Lösung der logistischen Gleichung nach Gleichung 3, siehe auch Abbildung 2.3. Es wird also in endlichen Zeitschritten bei einem konstanten, mittleren Wachstumsfaktor w ein Grenzwert erreicht und zeitlich dann auch unbegrenzt beibehalten, eine Entwicklung, die wir bereits bei der analytischen Lösung nach Gl. 3 gesehen haben!

Unsere bisherigen alltäglichen Erfahrungen, die vornehmlich auf den arithmetischen und exponentiellen Wachstumskonzepten basieren, kennen ein derartiges Verhalten nicht. Unsere Alltagserfahrung sagt uns ganz klar: Wenn etwas wächst, wird es auch quantitativ, und zwar ohne Begrenzung, mehr. Mit dem logistischen Wachstumskonzept wird gedanklich somit Neuland betreten. Trotz eines konstanten, zeitlich unbegrenzten und notwendigen Wachstumsfaktors w von z.B. 2,0 wird der Wachstumsgrenzwert G in Höhe von 0,5 für alle Zeiten eingehalten und nicht überschritten!

Die dritte Graphik, Abb. 3.6, steht stellvertretend für $2,5 < w \leq 3,57$. Es beginnt ein Schwingungsbereich, der eine nachvollziehbare Struktur erkennen lässt und noch einen stabilen Wachstumsverlauf beschreibt. Diese Wachstumsverläufe ähneln denen von Räuber-Beute-Systemen, die sich durch zwei gekoppelte logistische Gleichungen beschreiben lassen, siehe auch Anlage 12.5.

Die vierte Graphik, Abb. 3.7, mit $w = 4$ steht stellvertretend für den Wertebereich $3,57 < w \leq 4$ und zeigt das sogenannte deterministische Chaos. Durch die extrem hohe Wachstumsrate w nähert sich das Wachstumsverhalten innerhalb weniger Zeitschritte der Kapazitätsgrenze K von 1, eine Situation, die extrem instabil wird und unweigerlich zum Crash, Kollaps bzw. zur Katastrophe führt. Da rechnerisch der Absturz nach dem Crash nie exakt auf null verläuft, sondern stets noch ein minimaler Restwert übrigbleibt, wiederholt sich das ganze Spiel bei gleichbleibend hoher Wachstumsrate w von Neuem. Und der nächste Crash kommt dann mit absoluter Sicherheit, nur weiß man nicht genau wann. Bei diesen hohen Wachstumsraten werden drei Wachstumsphasen als Entwicklungsschritt recht zügig in der Zeit durchschritten:

- Stabilität
- Instabilität
- Verzweigung oder Bifurkation auf null und Start eines neuen Entwicklungsschrittes

In der folgenden Abbildung sind die ersten 10 Iterationsschritte für die maximale Wachstumsrate $w = 4$ dargestellt. Nach einem fulminanten Anstieg bis fast zur Kapazitätsgrenze $K = 1$ erfolgt der naturgesetzliche Absturz als deterministischer Verzweigungspunkt auf fast null. Hier könnte die Metapher von dem Hochmut, der vor dem Fall kommt, als Analogie passen. Vor dem Fall kommt stets die zu hohe Wachstumsrate. „Wenn Wachstum das höchste Gut wird und nicht ... kontrolliert wird, führt dies schnell zur Katastrophe.“⁹ Eine andere, ähnliche Metapher wird von Piketty formuliert: „Zu viel Kapital tötet das Kapital.“¹⁰ Man könnte auch sagen, zu viel Wachstum tötet das Wachstum, was meines Erachtens das Gleiche wäre. Nach Mayer lautet die Erkenntnis so: „Ein System siegt sich zu Tode“¹¹

Nach dem neunten Iterationsschritt kommt es zum Kippeffekt (tipping point), der irreversibel ist.

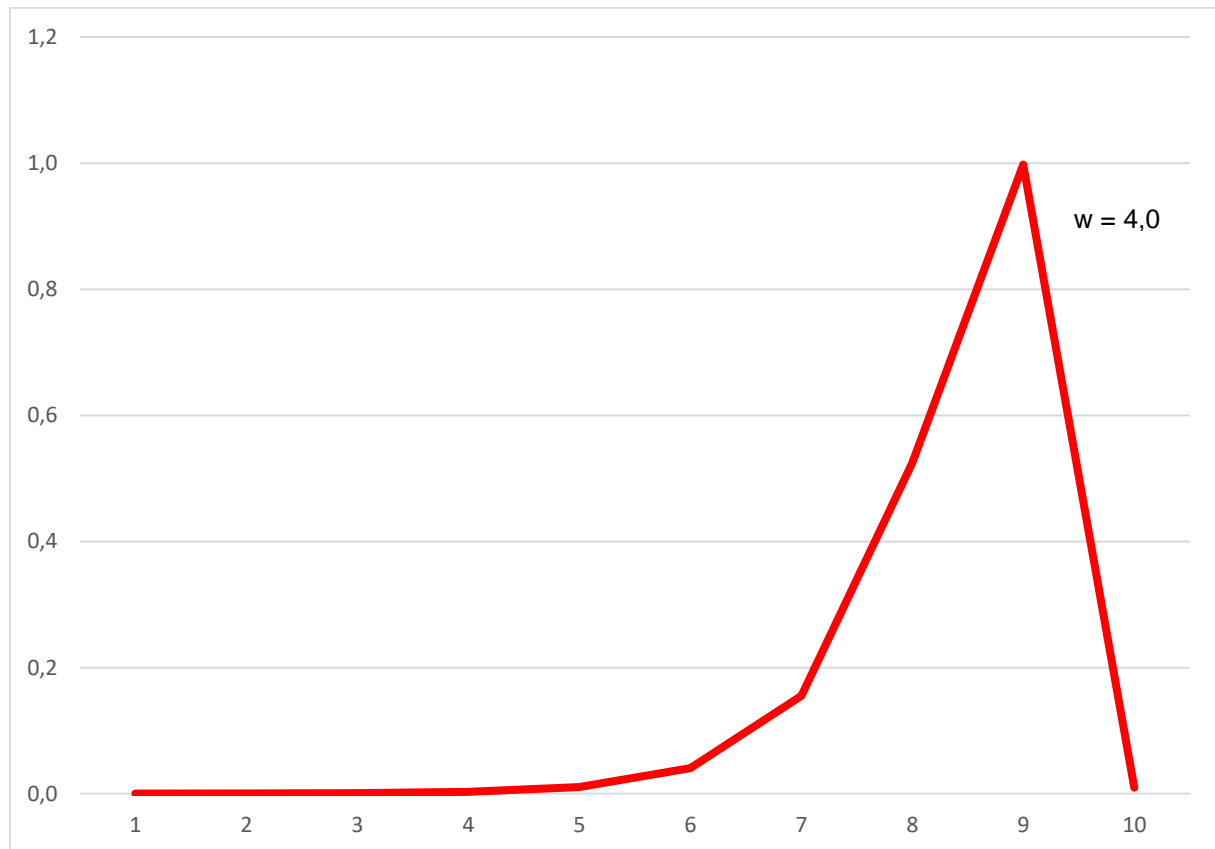


Abbildung 3.8: Maximales Wachstum mit $w = 4$ bis zum ersten Crash nach 9 Iterationsschritten.

Damit kommen wir zum Begriff des deterministischen Chaos, der noch einer Erläuterung bedarf.

An sich ist der Begriff des deterministischen Chaos ein sprachlicher und inhaltlicher Widerspruch. Wenn etwas determiniert ist, also bestimmt ist, wieso sollte dann Chaos im Sinn von Unregelmäßigkeit, also Unbestimmtheit eintreten? Nach unserer oben beschriebenen Iterationsvorschrift, siehe Abb. 3.3, die klar und einfach ist, werden die einzelnen Iterationsergebnisse deterministisch, also vorhersehbar, berechnet. Und trotzdem

ist das Ergebnis unvorhersehbar. Woran liegt das? Hintergrund ist die Unmöglichkeit alle Rechenoperationen zu einem exakten Ergebnis zu führen. Hierzu sei ein Beispiel genannt:

Die Multiplikation von $1,00 \cdot 3,14$ ergibt exakt $3,14$. $3,14$ ist dabei ein guter Näherungswert für die Zahl π , die für jegliche Kreisberechnungen oder Ähnliches im täglichen Leben gebraucht wird. Mit dem Ergebnis $3,14$ kommen wir bei einem einmaligen Rechenvorgang in der Praxis durchaus zurecht. Allerdings ist die Zahl π , wie auch die natürliche Zahl e , die oben in den Gleichungen 3 verwendet wird, eine irrationale Zahl, die unendlich viele Stellen aufweist und somit nicht exakt greifbar ist. Es verbleibt stets ein Rest an Unsicherheit, da wir im tatsächlichen Leben nur mit einer begrenzten Anzahl von Stellen nach dem Komma rechnen können. Durch die Iteration werden anfängliche Ungenauigkeiten durch die hohe Wachstumsrate w auch extrem schnell potenziert, und man weiß tatsächlich nicht mehr, was als Ergebnis nach einigen Iterationsschritten herauskommt: das Ergebnis wird also trotz formaler Bestimmtheit inhaltlich unbestimmt.

Und das ist das Problem. Die iterative Lösung der logistischen Gleichung als einfachste nichtlineare Differentialgleichung hat nochmals klar verdeutlicht, dass die exakten Lösungen in der Mathematik und im tatsächlichen Leben eher die Ausnahmen sind. Damit ist auch eine zeitliche Rückwärtsrechnung von einem gewählten Endpunkt bei der Iteration nicht sinnvoll. Sie würde nie zum Ausgangspunkt der Vorwärtsrechnung gelangen.

Kommen wir noch zum sogenannten Schmetterlingseffekt. Die iterative Lösung reagiert äußerst sensibel auf kleine Änderungen in den Anfangswerten. Dies lässt sich beim Übergang des Wachstumsfaktors w von kleiner auf größer 1 gut darstellen. In der nachfolgenden Abbildung ist dieser Effekt verdeutlicht. Mit einem Wachstumsfaktor von $w = 0,999$ ergibt sich eine fallende Wachstumskurve, mit $w = 1,001$ eine steigende. Die Differenz beträgt gerade $2/1000$ und sorgt für ganz unterschiedliche Wachstumsverläufe. Die Differenz kann weiter verkleinert werden und beliebig klein werden. Der Effekt bleibt der gleiche. Oder anders ausgedrückt: Eine minimale Änderung der Anfangsbedingung kann eine maximale Änderung im Ergebnis, gerade auch nach mehreren Iterationsschritten, herbeiführen.

Im übertragenen Sinn kann somit der Flügelschlag eines Schmetterlings auf der Südhalbkugel das Wettergeschehen im Extremfall derart beeinflussen, dass ein ganz anderes Ergebnis, nämlich möglicherweise ein Tornado als deterministisches Chaos auf der Nordhalbkugel ausgelöst wird. Der Schmetterlingseffekt tritt auch deutlich in einem anderen Bereich auf, z.B. ab $w > 3,54$. Die sogenannten Bifurkationsintervalle 2, 4, 8, 16, 32 usw. werden durch kleinste Änderungen der Wachstumsrate erzielt.

Der Schmetterlingseffekt kann allerdings auch positiv gesehen werden. In einer spannungsgeladenen Situation kann eine kleinste, „richtige“ Veränderung der Situation eine ganz andere Richtung geben und zur Entspannung führen.

Die Darstellung des Schmetterlingseffekts könnte man sich wie folgendermaßen vorstellen.

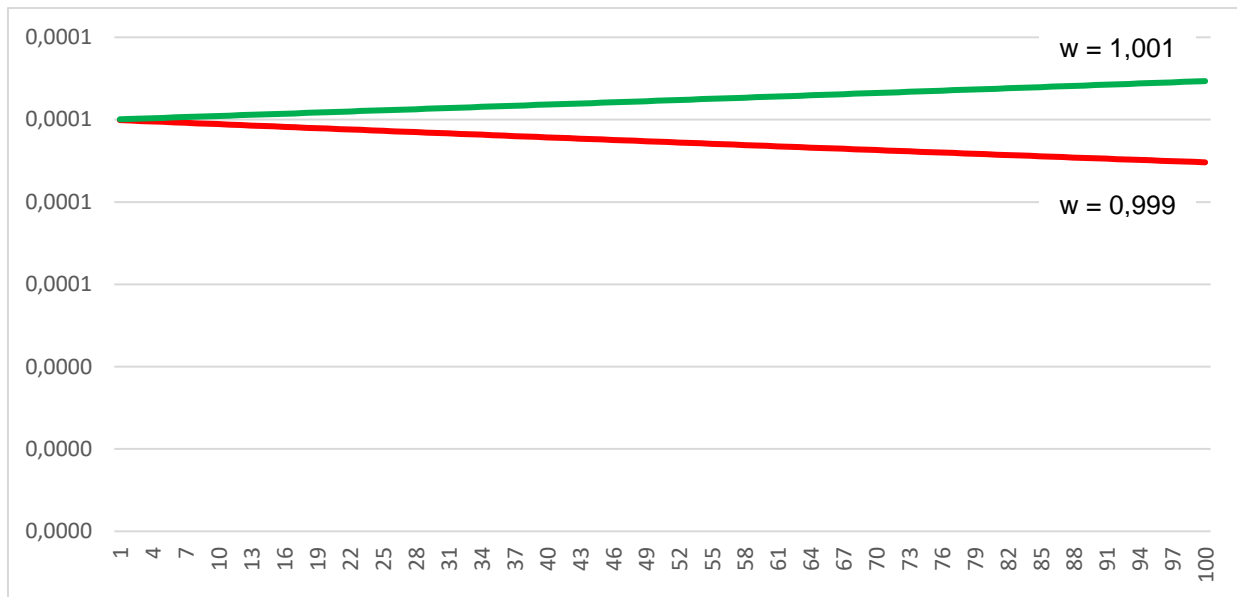


Abbildung 3.9: Der Schmetterlingseffekt: $w = 0,999$ rote Linie fällt, $w = 1,001$ grüne Linie steigt gegen Grenzwert G

Die grüne Wachstumskurve in Abb. 3.9 führt nach längerer Zeit zu dem stationären, positiven Grenzwert $G = 1-1/1,001$. Die rote Wachstumskurve mit $w = 0,999$ strebt dagegen unweigerlich gegen null. Diese Entwicklung ist wegen der notwendigen und längeren zu berechnenden Zeitreihen in nachfolgender Abbildung für $w = 1,1$ und $w = 0,9$ verkürzt dargestellt.

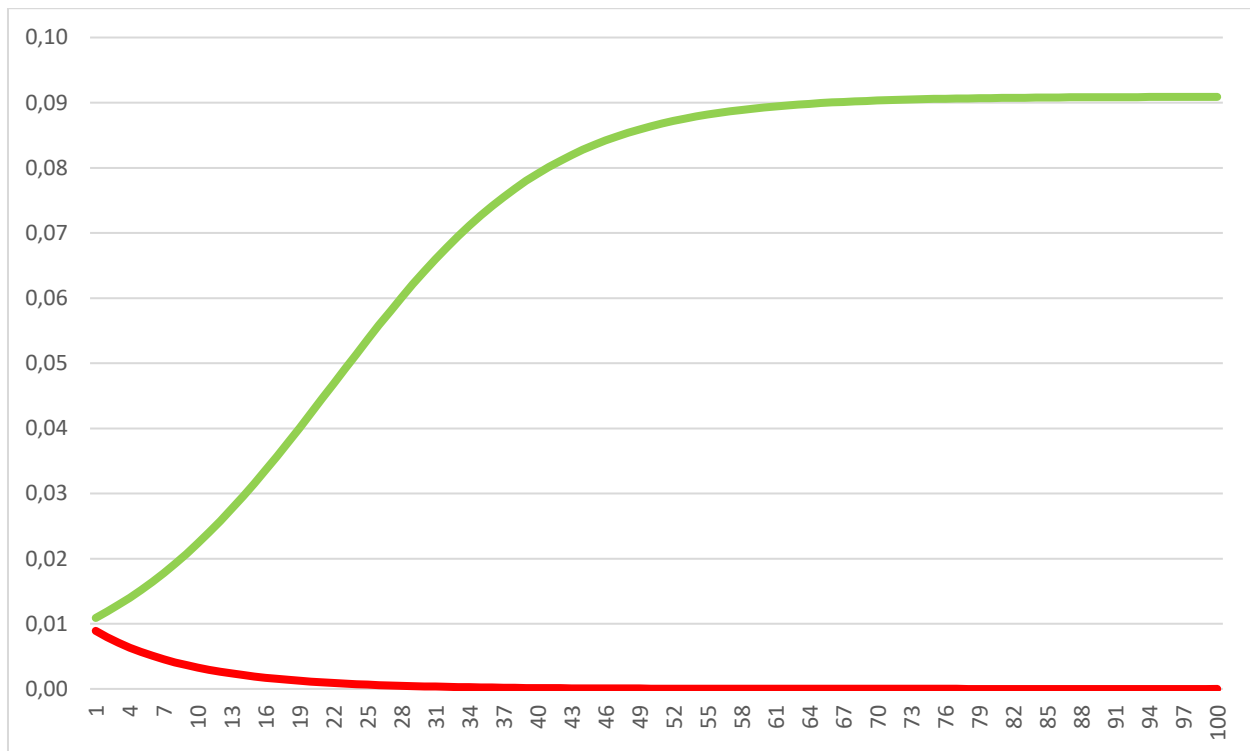


Abbildung 3.10: Der Schmetterlingseffekt: $w = 0,9$ rote Linie fällt, $w = 1,1$ grüne Linie führt zu Grenzwert $G = 0,09$

Die Ergebnisse der iterativen Lösung der logistischen Gleichung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Für den Wachstumsfaktor w mit $0 \leq w \leq 4$ ergeben sich vier ganz unterschiedliche Wertebereiche mit folgendem Wachstumsverlauf.

Lfd. Nr.	Wertebereich Wachstumsfaktor w	Beschreibung des Wachstumsverlauf	Erreichbarer Grenzwert G bei Kapazitätsgrenze $K = 1$
1	$w \leq 1$	Die Wachstumskurve fällt asymptotisch gegen null, das Wachstumsverhalten ist stabil. In diesem Bereich gilt die Grenzwertberechnung $G = 1-1/w$ nicht .	0,00
2	$1 < w \leq 2,5$	Die Wachstumskurve nähert sich asymptotisch einem stationären Grenzwert G , der sich berechnen lässt und verbleibt dort für alle Zeiten. Dieses Verhalten widerspricht an sich unserer bisherigen Erfahrung, die sagt: Wenn etwas wächst, nimmt es auch quantitativ zu. Das Wachstumsverhalten ist stabil.	max. 0,60
3	$2,5 < w \leq 3,57$	Die Wachstumskurve beginnt zu schwingen, wobei die Amplituden zunehmen. Das Wachstumsverhalten kann noch als stabil bezeichnet werden.	max. 0,72
4	$3,57 < w \leq 4$	Es beginnt das deterministische Chaos: Die maximal mögliche Wachstumsrate von 4 lässt ein extremes Wachstum bis knapp an die Kapazitätsgrenze K zu, verursacht dadurch aber einen Absturz auf fast null. Mit dem verbleibenden Restwert ergibt sich ein weiterer Wachstumsimpuls, der bei gleichbleibend hoher Wachstumsrate unweigerlich wieder zum Absturz führt usw. Der Wachstumsverlauf ist extrem instabil.	max. 0,75

Tabelle 3.1: Beschreibung der vier Wachstumsbereiche

2. Der in obiger Tabelle angegebenen Grenzwerte G für die Bereiche lfd. Nr. 2 und 3 ergeben sich aus der Formel $G = 1-1/w$. Nähert sich das Wachstum also mehr als ca. 70% der möglichen tragenden Kapazität K , wird das Wachstum sehr schnell extrem instabil.
3. Die Zeit wird in diskrete Zeitschritte Δt untergliedert und kennt nur eine Richtung und zwar die in Richtung Zukunft. Die Iteration lässt eine zeitliche Rückwärtsrechnung von einem vorgegebenen Endpunkt nicht zu.

Lässt sich das Bild, das wir bis jetzt von dem logistischen Wachstum kennengelernt haben auf unser reales Leben auf dem Planeten Erde übertragen?

Die Erde ist ein geschlossenes System, das keinen Masseaustausch mit der Umgebung kennt. Der Massenstrom, der die Erde zufällig durch Meteoriten trifft, ist vernachlässigbar. Die Erde lebt von der Energiezufuhr durch die Sonne. Die Energiezufuhr durch die Sonne auf der sonnenbeschienenen Seite der Erde steht im Gleichgewicht mit der Energieabfuhr auf der abgeschatteten Seite der Erde in die Kälte des Weltalls. Würde dem nicht so sein, so würde sich die Erde mit der Zeit aufheizen. Dieser Energiefluss durch die Biosphäre ist die Grundlage für das Leben auf der Erde. Die Masse der Biosphäre bleibt dabei nahezu konstant. Somit erleben wir jedes Jahr von neuem einen Wachstumszyklus aus Frühling, Sommer, Herbst und Winter, der die Massenbilanz der Biosphäre allerdings nicht verändert. Das biologische Leben wird neu gezeugt, wächst, entwickelt sich weiter und stirbt irgendwann ab, um neuem Leben Platz zu machen. Aus lebender Materie wird wieder tote Materie, aus der wieder neues Leben entsteht. Das ist der Kreislauf des Lebens. Das Leben auf der Erde kennt also in Summe kein materielles Wachstum, sondern nur eine zyklische, qualitative Weiterentwicklung, die wir als Evolution, als biologischen, sozialen und technischen Fortschritt, bezeichnen.

Ferner kennt das Leben auf der Erde nur eine Richtung für den Pfeil der Zeit, und wir wissen heute, dass es einen eindeutigen Pfeil der Zeit nur in Richtung Zukunft gibt und dass die Zukunft aus der Vergangenheit und Gegenwart nicht vorhersehbar, nicht berechenbar und somit nicht determiniert ist. In diesem Zusammenhang noch eine Anmerkung von Benoit Mandelbrot, der dem Fraktal auf der Umschlagseite des Buches seinen Namen gegeben hat. In *Fraktale und Finanzen*¹² stellt er fest: „Märkte, also auch Finanzmärkte, sind so turbulent, und somit genauso unvorhersehbar, wie das Wetter. ... Wir müssen lernen, das anzuerkennen und besser damit zurechtzukommen.“

Wenn wir also die Beschreibung unseres realen Lebens auf der Erde mit dem logistischen Wachstumsmodell vergleichen, so ergeben sich eine ganze Reihe von Analogien:

Lfd. Nr.	Beschreibung des realen Lebens auf der Erde	Das logistische Wachstumsmodell
1.	<p>Leben und Wachstum, so wie wir es kennen, ist nur auf Grund eines Ungleichgewichtes, nämlich der Temperaturdifferenz zwischen der eingestrahlten Sonnenenergie und der Kälte des Weltalls, möglich. Damit ist das Leben und Wachstum fern eines physikalischen Gleichgewichtes, also weit entfernt von einem Gleichgewichtszustand in einem Entropiemaximum, grundsätzlich instabil.</p> <p>Oder anders ausgedrückt: Leben, so wie wir es kennen, ist nur in der erträglichen Mitte zweier Polaritäten möglich. Leben in den Polaritäten, in der Hitze der Sonne, oder in der Kälte des Weltalls, ist aus heutiger Sicht nicht möglich.</p>	<p>Die Extremwerte für $w \leq 1$ und $w > 3,6$ führen beide zum Aussterben oder zum Crash und sind somit nicht überlebensfähig.</p>
2.	<p>Das materielle Wachstum ist für jedes Lebewesen begrenzt und zeigt in Summe aller lebenden und toten Materie eine Massenkonstanz.</p>	<p>Das logistische Wachstum ist begrenzt für $0 \leq w \leq 4$.</p> <p>Das logistische Wachstum im erträglichen, mittleren Bereich von $1 < w \leq 2,5$ führt zu einem zeitlich unbegrenzten, konstanten und stationären Ergebnis.</p>

3.	Das biologische Leben läuft in Kreisläufen ab mit einer langfristigen Tendenz zur Differenzierung.	Die Rechenvorschrift für die Iteration ist ein Kreislauf. Der Begriff Rückkopplung wäre auch angemessen.
4.	Das Leben ergibt sich aus Generationenfolgen, die sich überlappen, wie beim Menschen, oder auch nicht, wie z.B. bei Lachsen.	Die Iteration erfolgt in diskreten Zeitschritten Δt , ähnlich denen einer Generationenfolge.
5.	Das Leben kennt nur die Zeit in Richtung Zukunft. Die Zukunft ist offen, unbestimmbar.	Die Rechenvorschrift für die Iteration kennt nur die zunehmende Zeit. Im Fall für $w > 3,6$ beginnt das sogenannte deterministische Chaos, das keine Vorhersehbarkeit kennt.

Tabelle 3.2: Gegenüberstellung und Beschreibung unseres realen Lebens auf der Erde mit dem Konzept des logistischen Wachstums.

Zum Abschluss noch eine Darstellung von Frederic Vester, die das bisher Gesagte zusammenfasst.¹³

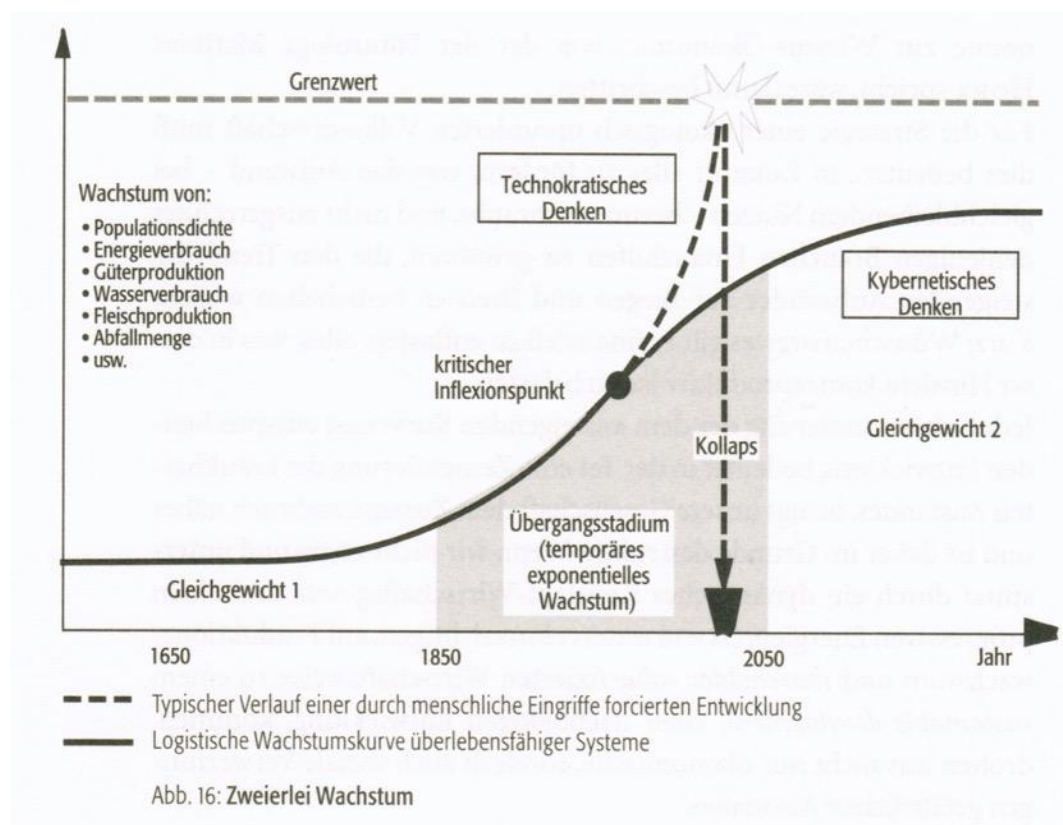


Abbildung 3.11: Typischer Verlauf einer durch menschliche Eingriffe forcierten Entwicklung versus logistischer Wachstumskurve überlebensfähiger Systeme nach Frederic Vester.

Von einem Gleichgewichtszustand 1 kann ein Gleichgewichtszustand 2 ohne Probleme durch ein logistisches Wachstum erreicht werden. Dabei ist die maximale Tragfähigkeit des Systems, hier als Grenzwert bezeichnet, stets zu berücksichtigen. Die Darstellung ist rein

qualitativ, da wir heute weder die Tragfähigkeit des Systems Erde noch die jeweiligen spezifischen Wachstumsraten, übersetzt in das Konzept des logistischen Wachstums, kennen.

Kritik am Modell des logistischen Wachstums

Es gibt natürlich auch Kritik am Modell des logistischen Wachstums. Krebs¹⁴ fasst diese Kritik im Wesentlichen in zwei Punkten zusammen:

1. Es lassen sich keine exakten Vorhersagen für die Zukunft treffen.
2. Der Determinismus des logistischen Wachstums entspricht nicht der mehr zufälligen, auf Wahrscheinlichkeiten beruhenden, Naturentwicklung.

Der erste Punkt trifft zu. Das logistische Wachstumsmodell ist von Natur aus qualitativ, nicht für Aktionen oder Vorhersagen vorgesehen, sondern für die Beschreibung und das Verständnis natürlicher Phänomene¹⁵. Allein die Definition der Tragfähigkeit für den gesamten Naturhaushalt, also unter Einbeziehung aller Lebewesen auf der Erde, dürfte unsere heutigen Möglichkeiten sprengen. Dabei muss weiterhin berücksichtigt werden, dass die Tragfähigkeit der Erde für den Menschen bisher keine feste physikalische Größe war, sondern sich durch sozialen und technischen Fortschritt verändert. Z.B. konnten in der Landwirtschaft durch verbesserte Anbaumethoden die Erträge deutlich steigen. Die Grenze der Ertragsfähigkeit in der Landwirtschaft ist maximal durch die Sonneneinstrahlung und bisher durch den Umwandlungsprozess von Sonnenenergie in Nahrung durch die Photosynthese begrenzt.

Zum zweiten Punkt gibt Krebs selbst die Antwort. Wachstumsmodelle, die die Zufälligkeiten des natürlichen Lebens berücksichtigen, verlieren bei der Betrachtung großer Zahlen ihre Bedeutung. Oder anders ausgedrückt. Bei kleinen Populationen, die am Anfang ihres Wachstums stehen, können Zufälligkeiten eine wesentliche Rolle spielen bis hin zum zufälligen Aussterben. Krebs drückt es so aus: "If all populations were in the millions, stochastic models could be eliminated, and deterministic models would be adequate."

Die Übersetzung der rein qualitativen Aussagen des logistischen Wachstumsmodells in unser reales Leben soll im Folgenden anhand von drei Beispielen unternommen werden. Ziel ist es dabei Lösungen zu finden, die ein auskömmliches Leben ohne plötzlichen Kollaps, Crash und Katastrophen im Wachstumsbereich $1 < w \leq 2,5$ ermöglichen.

Starten wir die erste Unternehmung mit der aktuellen Krise durch das neue Coronavirus. Anschließend folgt in einem zweiten Schritt die Diskussion der Konsequenzen des logistischen Wachstums auf unsere menschliche Populationsdynamik.

Zum Schluss wird das System Finanzwirtschaft betrachtet. Nach einer kurzen historischen Einführung wird ein Vorschlag unterbreitet, wie man wahrscheinlich zukünftige Finanzcrashes vermeiden kann.

4. Das Coronavirus und das logistische Wachstum

4.1. Einführung

Das Kapitel ist dem aktuellen Sachstand Mitte 2020 nach dem Ausbruch der Corona-Pandemie im Dezember 2019 geschuldet. Eine umfassende Bewertung wird wahrscheinlich erst nach dem Abflauen der Pandemie Ende 2020 / Anfang 2021 möglich sein. Das gegenwärtige Ziel ist es, eine allgemeinverständliche Darstellung der Ausbreitungsrechnungen nach dem logistischen Wachstumsmodell vorzulegen und damit die Strategien gegen die Ausbreitung zu verdeutlichen.

Das Ereignis der jetzigen Corona-Pandemie war an sich so unvorstellbar, wie ein schwarzer Schwan, allerdings irgendwie schon plausibel. Das Bild des schwarzen Schwans steht für ein extrem unwahrscheinliches Ereignis, das der Schriftsteller Nassim Taleb geprägt hat. (Nassim Taleb. Der Schwarze Schwan, dtv, 33596, 2010) Durch den menschlichen Populationsdruck wachsen automatisch die Reibungsflächen zwischen Tier und Mensch durch Haltung, Jagd, Handel und Verzehr, die die Möglichkeiten für die Übertragbarkeit unterstützen. Es ist offensichtlich unsere globale Art zu leben und wie wir mit unserer belebten Natur als Lebensgrundlage umgehen, die ihren Tribut fordert. Das sollte uns zu denken geben.

Die nachfolgende Tabelle listet die bekannten Virusinfektionen auf, die durch die Übertragung von Tier auf Mensch und durch die weitere Infizierung von Mensch zu Mensch in den letzten 100 Jahren entstanden sind. Bemerkenswert ist die deutliche Zunahme in den letzten 50 Jahren ab den 1960-1970 Jahre. Rein statistisch könnte eine derartige Virusinfektion dann in fünf Jahren, also 2025, wiederauftauchen.

Lfd.-Nr	Jahr des Bekanntwerdens	Name	Ursprungsland	Infizierte	Tote	Gegenmittel
0	1918-1919	Spanische Grippe, Schweinegrippe	USA		50 Mio.	
1	1967	Marburgfieber	Uganda	590	478	keine
2	1969	Lassafieber	Nigeria	bis 300.000 im Jahr	5.000 pro Jahr	keine
3	1976	Ebola	Kongo	34.000	15.000	Impfstoff
4	1977-78	Russische Grippe	Nord-China		300.000 – 700.000	
5	1981	HIV / Aids	Zentralafrika	ca. 38 Mio. (Ende 2018)	14 Mio.	Virostatika
6	2002	Sars	China	8.100	780	keine
7	2003	Vogelgrippe H5N1	China	870	460	Neuraminidase-hemmer
8	2009	Schweinegrippe, Subtyp der Schweinegrippe-Pandemie 1918/19	Mexiko	ca. 1 Mio.	203.000	Impfstoff

9	2012	Mers	Saudi-Arabien	2.500	860	keine
10	2013	Vogelgrippe H7N9	China	1.600	620	keine
11	2019	Corona	China			????
12	2025	Next Virus	?	?	?	?

Tabelle 4.1: Entwicklung von Virusinfektionen, die durch den Kontakt mit Tieren entstanden sind und die sich dann durch die Infektion von Mensch zu Mensch weiterverbreiten. ¹⁶

Nachfolgepandemien oder Erkrankungswellen sind nach der jetzigen Corona-Pandemie durchaus möglich. Die erste dokumentierte Cholera-Pandemie begann 1815 und wird im vorletzten Kapitel erläutert. Nach 1815 bis 1991 folgten insgesamt sechs Pandemie-Wellen, die bisher identifiziert werden konnten. Infektionskrankheiten entwickeln sich am besten bei hohen Populationsdichten. (Begon et al. Ökologie, Springer 2017, S. 530)

Die Anhäufung derartiger Viruserkrankungen hat die Bundesregierung 2012 zu einer Risikoanalyse „Pandemie durch Virus Modi-SARS“ veranlasst. ¹⁷ Die Lektüre ist „unheimlich“. Man schaut mehrfach ungläubig auf das Datum, das sieben Jahre zurückliegt. Denn die Ähnlichkeiten mit dem Coronavirus sind verblüffend: Ein neues Virus verbreitet sich weltweit von einem Markt in Asien. Erst einige Wochen später wird die Dimension erkannt, als die Krankheit nach Europa kommt. Als Symptome werden trockener Husten, Fieber, Schüttelfrost und Atemnot genannt. Die besonderen Risikogruppen seien ältere Menschen. Gegenmaßnahmen sollten der Analyse zufolge Schulschließungen, Absage von Großveranstaltungen, Isolierung Kranker, Quarantäne von Kontaktpersonen und die Verlangsamung des öffentlichen Lebens sein. ... Die medizinische Versorgung bricht dem Bericht zufolge angesichts von sechs Millionen Erkrankten zusammen. Die Pandemie dauert drei Jahre und fordert 7,5 Millionen Tote in Deutschland. ... Dass gerade Schutzausrüstung in ausreichendem Maß vorhanden sein muss, wird mehrfach betont. Die aktuelle Situation sieht aus, als hätte niemand die Drucksache genau gelesen.“ ¹⁸

Nun ist man nachher immer schlauer, doch wir sollten ab jetzt für die Zukunft gewappnet sein. Die nächste Virus-Pandemie kommt mit Sicherheit. Man kann aus den genannten Epidemien und Pandemien ableiten, dass im statistischen Mittel alle 5 Jahre ein Übersprüngeignis vom Tier zum Menschen stattfindet mit anschließender Infektionsweitergabe durch zwischenmenschlichen Kontakt. Demnach käme die nächste Virusinfektion ca. 2025.

4.2. Fakten

Die nachfolgende Abbildung zeigt die anfängliche Ausbreitungsgeschwindigkeit des Corona Virus in verschiedenen Ländern.¹⁹ Dazu noch ein aktuelles Zitat: "Seit Silvester ... „2019 ... „, seit aus Wuhan erste kleine Nachrichten zu uns gelangen, geht es im Grund genommen immerfort um Mathematik. Und es geht darum, dass Menschen dazu neigen, ihre unerbittlichen Gesetze nach Belieben ernst zu nehmen, oder zu ignorieren, nach Gefühl.“²⁰ Die nachfolgende Abbildung zeigt das Wachstumsverhalten des Virus mit der Zeit. Die Zeit ist linear, die der Zahl der Infizierten ist auf der Y-Achse logarithmisch, d. h. mit dem Exponenten der Basiszahl 10, aufgetragen. Was heißt das?

Um das explosive exponentielle Wachstum übersichtlicher darzustellen als in Abbildung 2.2, wählt man auf der Y-Achse die Achsenabstände in gleichen Schrittabständen, die Schrittzahl wird allerdings jeweils mit 10 multipliziert. Die erste Schrittzahl 0 hat demnach den Wert 1, da die Infektionskette mit dem 1. Infizierten begonnen hat. Als nächstes folgt die 10, dann die 100 usw. Der Achsenabstand auf der Y-Achse ist gleich, allerdings entspricht die Schrittzahl dem Exponenten zur Basis 10.

Y-Achse, Exponent	Schrittzahl	
5	100.000	=10 ⁵
4	10.000	=10 ⁴
3	1.000	=10 ³
2	100	=10 ²
1	10	=10 ¹
0	1	=10 ⁰

In der Darstellung wird der Bereich von 100 bis 10.000 Fälle ausgewählt. Die Fallzahlen liegen alle auf einer Geraden. Das bedeutet, dass die Verdopplungszahlen mit der Zeit gleich sind.

Die Infektionsraten in den ersten 20 Tagen der Infektionswelle in den betroffenen Staaten China, Italien, Südkorea und Deutschland sind sehr ähnlich, siehe nachfolgende Darstellung.

Infektionsraten bei Covid-19

Die Infiziertenzahlen in den einzelnen Ländern entwickelten sich zu Beginn des Ausbruchs der Epidemie mit ähnlichen Steigerungsraten*.

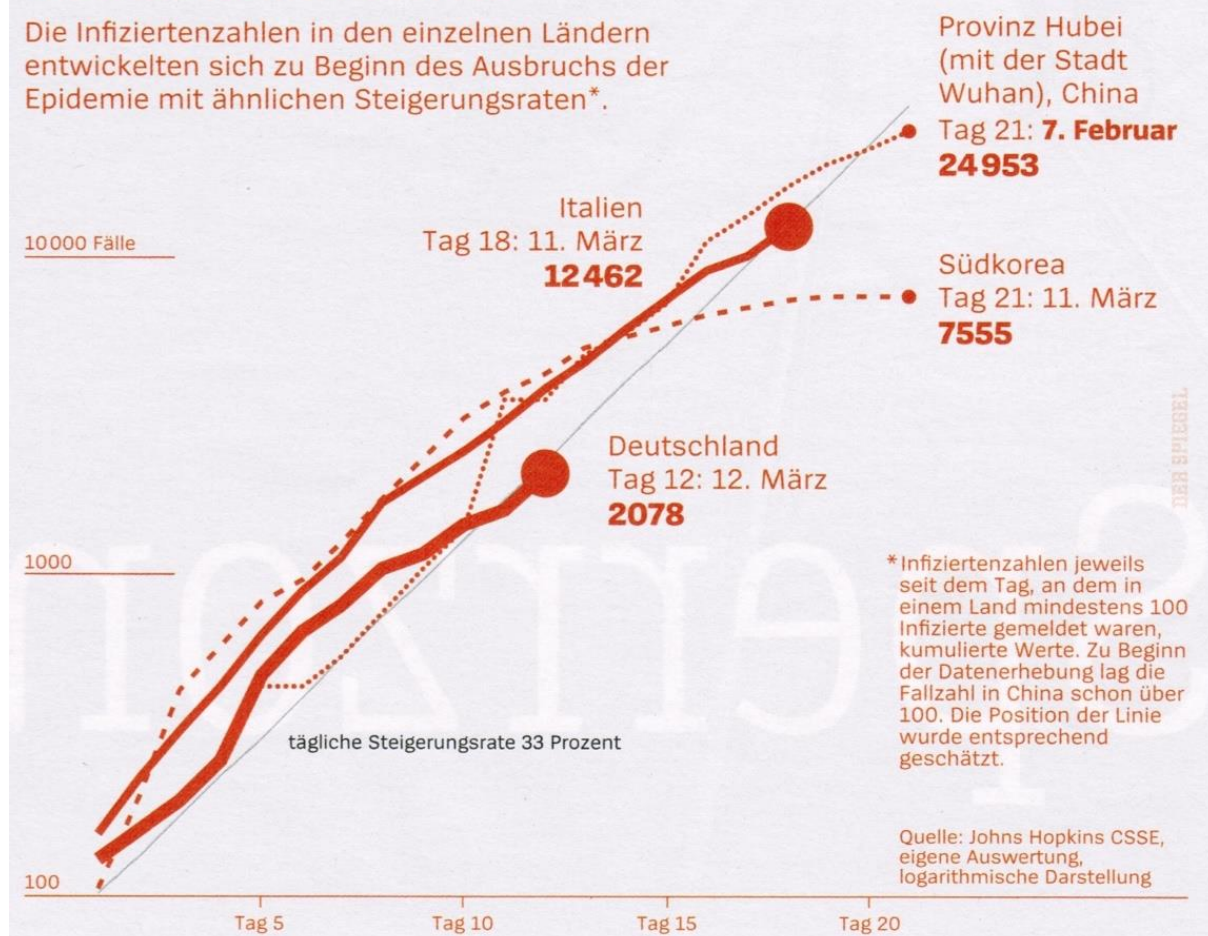


Abbildung 4.1: Die Infektionsrate in China, Südkorea, Italien und Deutschland zu Beginn der jeweiligen Infektionswelle.

Hintergrund für den extremen Anstieg der Infektionszahlen, mit täglichen Steigerungsraten von bis zu 33 %, d.h. einer sehr geringen Verdoppelungszeit, ist die überall zunächst verbreitete und klar zu erkennende Unsicherheit hinsichtlich der zu ergreifenden Schutzmaßnahmen gegen die Virusausbreitung. Zunächst hat die chinesische Politik die neue Virusinfektion einfach nicht wahrhaben wollen, dann allerdings rasch und konsequent gehandelt. Die anderen Staaten hätten aufgrund der chinesischen Erfahrung schneller handeln können, haben es aber aus vielfältigen Gründen zu Beginn der jeweiligen Infektionswelle im eigenen Land ebenfalls nicht getan, was sicherlich noch einer zukünftigen Bewertung bedarf.

Der Krankheitsverlauf zeigt eine deutliche Zunahme der schweren Erkrankungen mit zunehmendem Alter und Vorerkrankungen und die damit einhergehende altersbedingte Letalität.

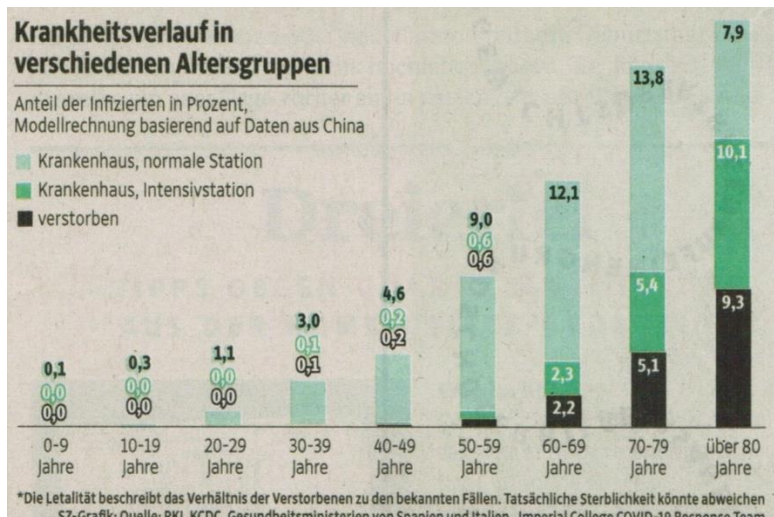


Abbildung 4.2.1: Krankheitsverlauf und Letalität in verschiedenen Altersgruppen, ²¹

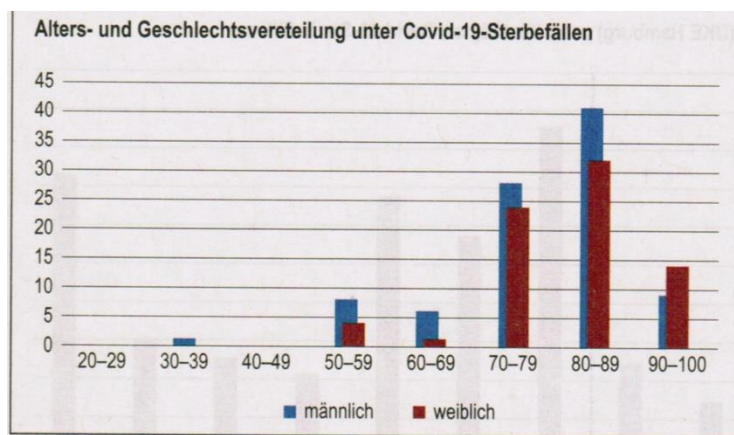


Abbildung 4.2.2: Alters- und Geschlechtsverteilung, Dt. Ärzteblatt 15.05.2020, S. A 1059

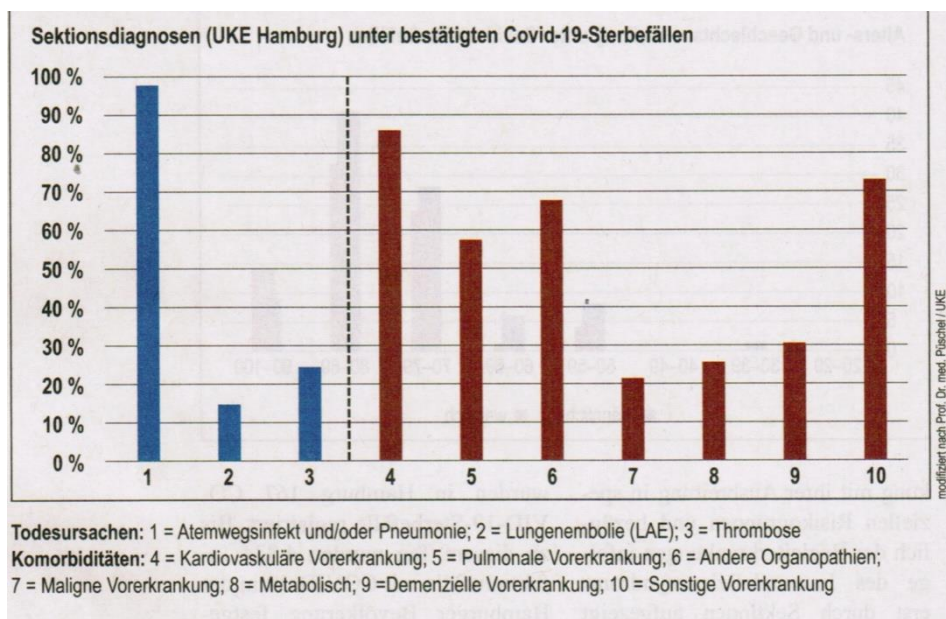


Abbildung 4.2.3: Todesursachen und Komorbiditäten, Dt. Ärzteblatt 15.05.2020, S. A 1060

4.3. Handlungsoptionen

Um die Ausbreitung einer Infektion zu bekämpfen oder bereits infizierte Patienten zu behandeln bieten sich eine Reihe von Verhaltensoptionen an. Wir betrachten dabei zwei Fälle.

1. Fall: Es handelt sich um eine bereits bekannte Viruskrankheit, z.B. um das bekannte Grippevirus
2. Fall: Es handelt sich um ein neues, unbekanntes Virus, wie der nun neu ab Dezember 2019 aufgetretene Coronavirus.

4.3.1. 1. Fall: Ein bekanntes Virus

Die Immunisierung durch Impfung und die Stärkung des eigenen Immunsystems durch eine gesunde Lebensweise sowie die Einhaltung von Hygienemaßnahmen stehen hier an erster Stelle.

Hat sich ein Mensch infiziert so wird er vom bestehenden Gesundheitssystem symptomatisch behandelt. Dazu gehört auch die mögliche Gabe von Virostatika, die die Vermehrung des Virus im Körper stoppen können. Der geheilte Patient verfügt nun über eine körpereigene Immunität gegenüber dem Virus für einen bestimmten Zeitraum, der im Idealfall lebenslang andauern kann.

4.3.2. 2. Fall: Ein neues Virus, das Coronavirus

Das Auftreten eines neuen Virus stellt die Gesellschaft vor ganz neue Herausforderungen. Je nach Schwere des entstehenden Krankheitsbildes ergeben sich eine Reihe von Handlungsoptionen.

4.3.2.1. *Herdenimmunität als Nulloption*

Sollte sich das Krankheitsbild als harmlos herausstellen, so bietet sich die sogenannte Nulloption an, man tut also gar nichts. Der Virus breitet sich nach dem logistischen Wachstumsmodell in der Population aus. Die Kapazitätsgrenze für das Virus selbst ist die gesamte Population. Die Population wird entsprechend der Wachstumsrate w des Virus mit der Zeit infiziert. Man geht heute davon aus, dass die Infektionsausbreitung bei einer Durchseuchung der Population von ca. 60-80% von alleine mehr oder weniger zum Erliegen kommt, da das Virus praktisch kaum noch auf nicht infizierte Menschen trifft. Die theoretische Durchseuchung von 100% wird eher nicht erreicht, da einzelne Populationsmitglieder einfach nicht erreicht werden.

4.3.2.2. *Quarantäne*

Sollte sich das Krankheitsbild als schwerwiegend herausstellen, wie jetzt beim Coronavirus, so bleibt als erste Handlungsoption zunächst nur die geeignete Quarantäne und die Isolierung erkannter Infizierter und deren Behandlung übrig.

Um der Verbreitung einer ansteckenden Krankheit, wie dem jetzt neuen Corona Virus, zu begegnen, hat die Menschheit schon immer mit Quarantäne gearbeitet. Die Quarantäne ist eine zum Schutz der Gesellschaft vor ansteckenden Krankheiten zeitlich und räumlich befristete Isolation von Lebewesen, von denen vermutet wird, an bestimmten Infektionskrankheiten erkrankt oder Überträger dieser Krankheiten zu sein.²² Wird bei einem Menschen eine Infektion vermutet, so kann er unter Quarantäne gestellt werden. Ist er nachweislich infiziert, so wird der Patient isoliert und mit geeigneten Mittel medizinisch behandelt.

Zur Krisenbewältigung ist die Quarantäne, das ist die künstlich erzeugte und gewünschte Reduzierung der gesellschaftlichen Dichte für einen begrenzten Zeitraum, zunächst das erste geeignete Mittel. Alle gesellschaftlichen Veranstaltungen, bei denen Menschen sich in großer Zahl und / oder in hoher Dichte, also nah begegnen und damit die Ausbreitung der Infektion von Mensch zu Mensch begünstigen, werden vermieden. Damit wird die Wachstumsrate der Neuinfektionen gebremst und die vorhandene Kapazität des Gesundheitssystems nicht überstrapaziert, bzw. es verbleibt kostbare Zeit die vorhandene Kapazität angemessen auszubauen.

In diesem Zusammenhang soll auf die beiden folgenden Darstellungen ²³ zum Thema

- Wachstumsrate der Neuinfektionen
- Kapazität des Gesundheitssystems zur Behandlung von infizierten Patienten

Bezug genommen werden.

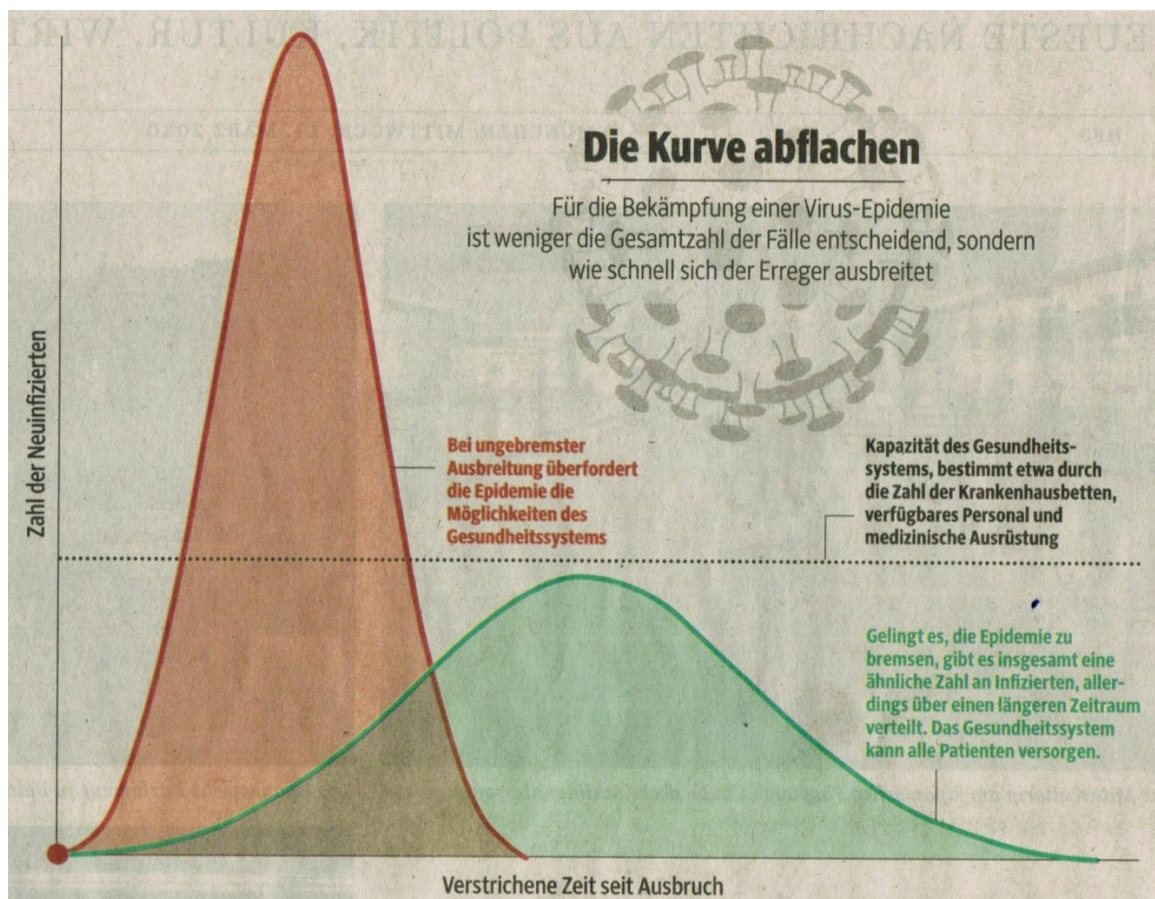


Abbildung 4.3: SZ, Wachstumsrate Neuinfektionen in Relation zur Kapazität des Gesundheitssystems zur Behandlung von Infektionen

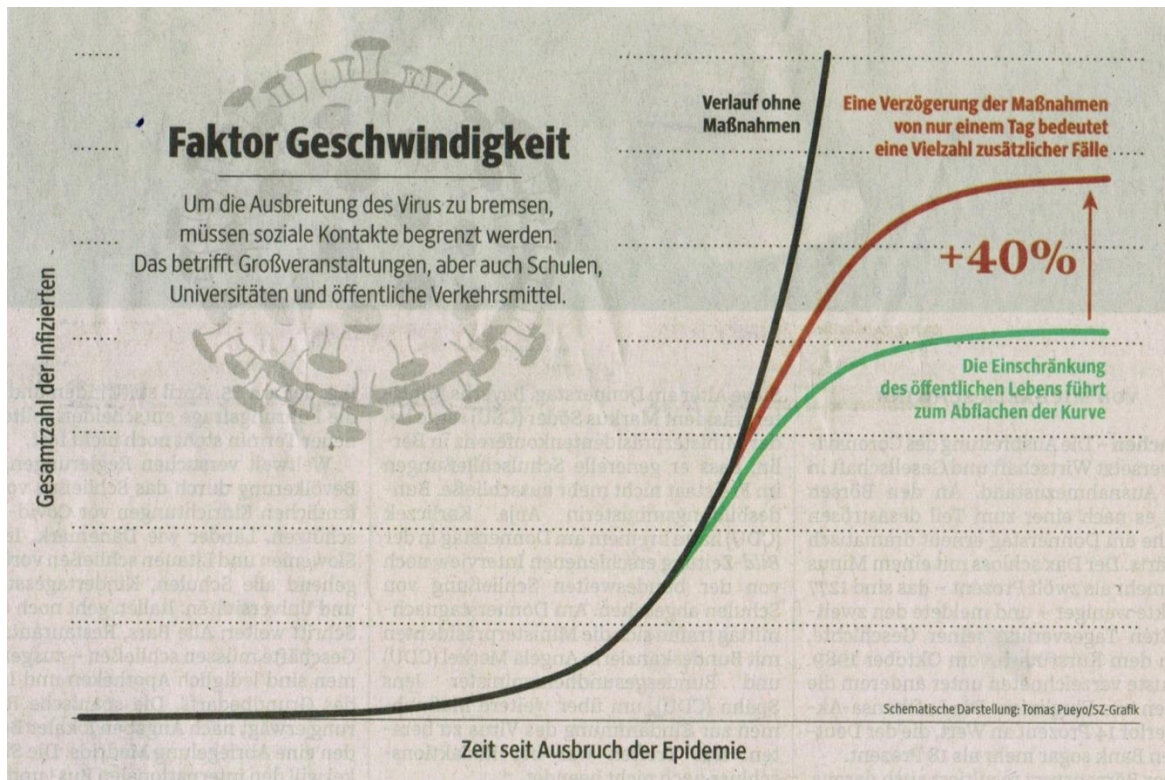


Abbildung 4.4: SZ, Wachstumsverlauf der Gesamtzahl der Infizierten analog dem logistischen Wachstum

Bei ungebremster Ausbreitung des Virus steigt die Zahl der Neuinfektionen exponentiell an. Dies zeigt die rote Glockenkurve in der Abb. 4.3 bzw. die schwarze Linie in Abb. 4.4. Damit würde bei einer zu hohen Neuinfektions-Wachstumsrate und Annäherung bzw. Überschreitung der jeweiligen Kapazitätsgrenze des Gesundheitssystems soziales Chaos auftreten. Das Gesundheitssystem wird überlastet und kann die Neuinfizierten nicht mehr behandeln. Es wird dann, wie in Not- und/oder Kriegszeiten, nach Triage entschieden. Das bedeutet, dass die infizierten Patienten nach ihrer Überlebenschance oder nach sonstigen Kriterien, z.B. sozialen Kriterien wie Alter, Familienstand usw., behandelt oder nicht behandelt werden. Die nichtbehandelten Patienten überlässt man ihrem Schicksal und beschränkt sich im Bedarfsfall auf palliative Maßnahmen.

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Reduzierung der Ansteckungsrate durch Quarantäne. Anfangs steckt jeder Infizierte im Durchschnitt drei weitere, noch nicht infizierte Mitmenschen an. Durch die konsequente Quarantäne wird die Infektionsrate, die sogenannte Reproduktionsrate R , reduziert und damit auch die Infektionsfälle, die im Krankenhaus behandelt werden müssen. Das Gesundheitssystem könnte eine geschätzte Reproduktionsrate R von 1,1 gerade noch bewältigen.

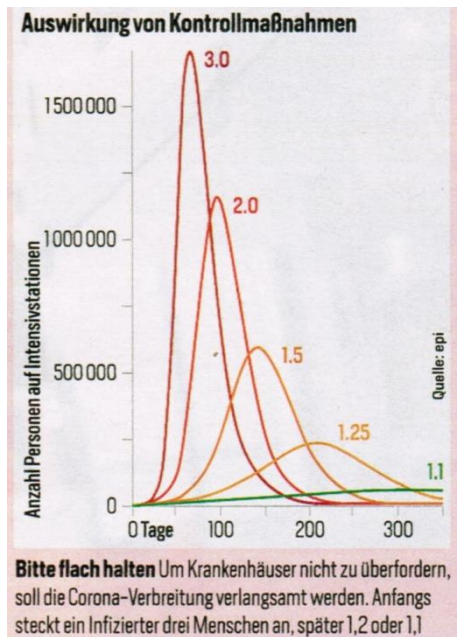


Abbildung 4.5: Verlangsamung der Corona-Verbreitung durch strenge Quarantäne, ²⁴

Die theoretische Kapazitätsgrenze für das Virus selbst ist erst bei vollständiger Infektion der Gesamtbevölkerung erreicht, das sind heute ca. 83 Mio. Einwohner in Deutschland. Damit ist eine Maximalabschätzung für die Todesopfer bei Anwendung der Nulloption, der Herdenimmunität, möglich.

Bei einem mittleren Durchseuchungsfaktor von 70%, bei dem sich die Ausbreitung der Infektion von alleine einstellt, einer angenommenen Letalität von ca. 2%, würden dann an der Infektion in Deutschland bei ca. 83 Mio. Menschen $0,7 \cdot 0,02 = \text{ca. } 1,2 \text{ Mio.}$ Menschen sterben.

Um eine seriöse Abschätzung einer Infektionsausbreitung mit der Zeit t in einer Population N erstellen zu können, hat die Epidemiologie Modelle entwickelt, die auf dem logistischen Wachstumsmodell basieren. Damit wird eine Funktion $N(t)$ entwickelt, die das zeitliche Ausbreitungsgeschehen beschreibt. Beispielhaft sei hier auf das SI- und SIR-Modell hingewiesen.

Die Abkürzungen stehen jeweils für die Gruppen von Individuen, die mit dem Modell erfasst werden:

- $S(t)$ ist die Anzahl der gegen das Virus nicht immunen Gesunden (susceptible individuals).
- $I(t)$ ist die Anzahl der angesteckten Infizierten (infectious individuals).

Damit ergibt sich das SI-Modell mit der Bedingung $N(t) = I(t) + S(t)$. Das SI-Modell lässt sich durch die Lösung der resultierenden Differenzialgleichung analog Gl. 4 lösen.

Das SIR-Modell ist eine Erweiterung des SI-Modells um

- $R(t)$ ist die Anzahl der aus dem Krankheitsgeschehen „entfernten“ Personen nach erworbener Immunität nach Heilung oder durch Tod (removed individuals).

Es ergibt sich dann die Bedingung $N(t) = S(t) + I(t) + R(t)$.

Dieser etwas komplexere Modellansatz führt zu einer Lösung analog zum besprochenen Räuber-Beute-System nach Lotka-Volterra. Eine Weiterentwicklung des SIR-Modells führt zum SEIR-Modell, mit der zusätzlichen Größe

- $E(t)$ als Anteil der Exponierten, die infiziert, aber noch nicht infektiös sind.

Die Modelle werden voraussichtlich in der derzeitigen Situation noch weiter differenziert werden, es bleibt allerdings festzuhalten, dass der Grundgedanke des logistischen Wachstums stets beibehalten wird. Das SI-, SIS- und das SIR-Modell werden in Anhang 12.6 näher erläutert.

Zusammenfassung: Wir sehen an diesem aktuellen Beispiel der Corona-Pandemie wieder die Wirkungsweise und den Hintergrund des logistischen Wachstums. Im Ergebnis verbleibt zurzeit nur eine Handlungsoption, nämlich die strenge Quarantäne, die sich mittlerweile in allen betroffenen Staaten mehr und mehr etabliert. Ferner hat sich gezeigt, dass durch schnell durchzuführende Massentests das Herausfiltern von Infizierten und deren Isolation und Quarantäne erfolgversprechend ist. Damit wird der Infektionsverlauf zeitlich gedämpft und Zeit für die Behandlung der Infizierten und zur Neuentwicklung von Impfstoffen und/oder Virostatika gewonnen.

Zwischenzeitlich wurde die Kapazitätsgrenze K für das deutsche Gesundheitssystem im Kampf gegen das Coronavirus in 1. Näherung ermittelt und zahlenmäßig benannt. Auf dieser Basis kann nun abgeschätzt werden, bei welchem Infektionsverlauf das Gesundheitssystem den Infektionsverlauf noch beherrschen kann. Die nachfolgende Abbildung vermittelt einen ersten Eindruck der berechneten Ergebnisse.

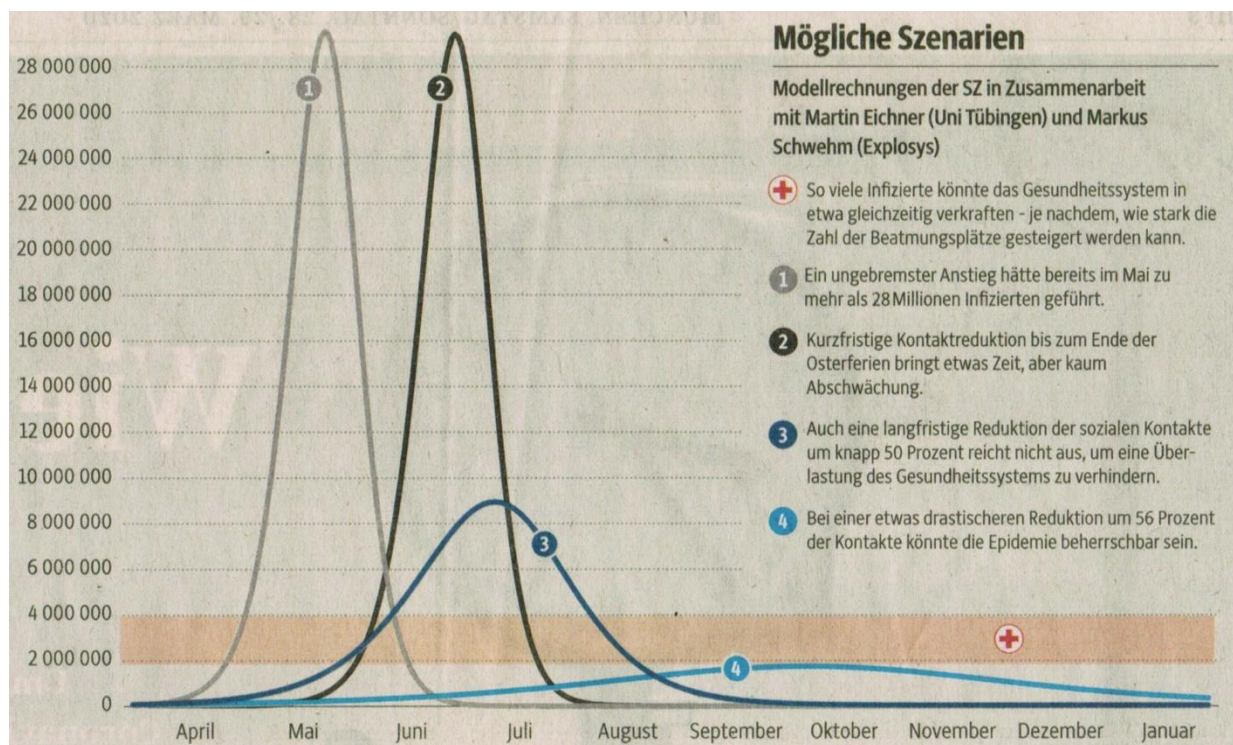


Abbildung 4.6: Die Kapazitätsgrenze des deutschen Gesundheitssystems ist zurzeit für maximal ca. 4 Mio. Infizierte, verteilt über einen Zeitraum von ca. 1 Jahr, also von Februar 2020 bis Februar 2021 ausgelegt. ²⁵

Wie Abbildung 4.6 auch klar verdeutlicht, wird sich das gewohnte und normale Alltags- und Wirtschaftsleben wahrscheinlich erst zum Ende 2020 wieder einstellen können. Es gibt keinen besseren Mittelweg, da man eine Wirtschaft, die am Boden liegt, wiederaufbauen, Tote allerdings nicht wiederauferstehen lassen kann.

Ein alternatives Modell wurde in England diskutiert. Das Modell erinnert mehr an das Räuber-Beute-Schema, das sich aus der Kombination zweier gekoppelter logistischer

Gleichungen entwickelt. England hat dann auf die Umsetzung der umstrittenen Strategie verzichtet. In Anlage 12.5 wird das Räuber-Beute-Modell erläutert.

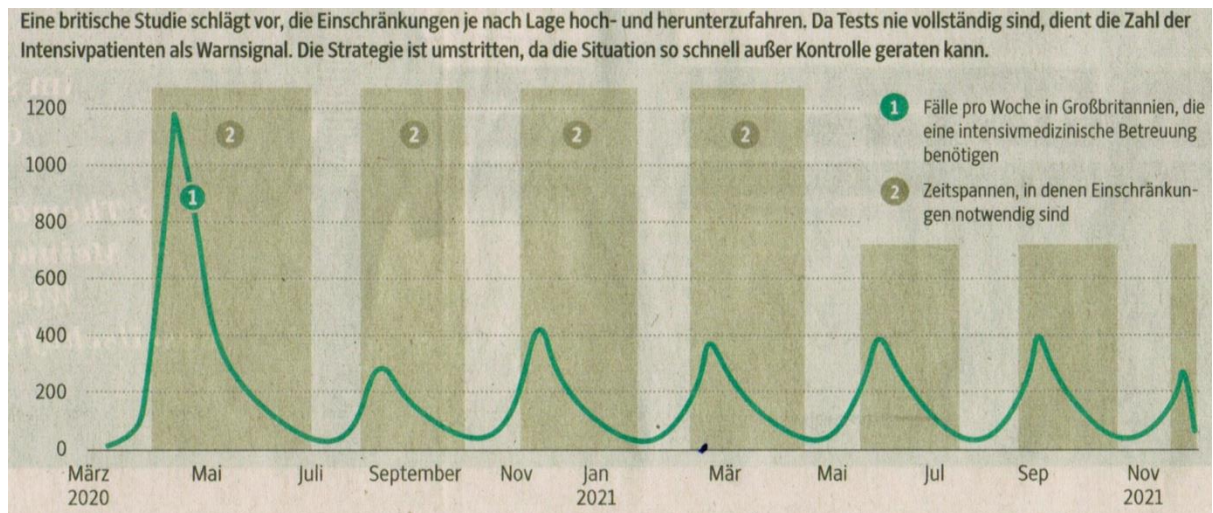


Abbildung 4.7: Alternative britische Strategie, die nicht umgesetzt wurde. ²⁶

4.3.2.3. *Symptomatische Behandlung von Infizierten*

Das vorhandene Gesundheitssystem behandelt die infizierten Patienten angemessen. Das ist die normalerweise anzunehmende und unterstellte Handlungsoption. Es steht dazu ausreichend Personal, die entsprechende Organisation und die technisch-medizinische Ausrüstung zu Verfügung. Das sagt die Theorie.

Wir müssen leider feststellen, dass auch in den gut aufgestellten Staaten Europas und der westlichen Welt die Gesundheitssystem aufgrund von Sparmaßnahmen heruntergefahren wurden und kurz nach Ausbruch der Pandemie überall Engpässe zu beklagen sind. Wenn also die spezifische Kapazitätsgrenze K des Gesundheitssystems durch die Wachstumsrate der Neuinfektionen, also der Reproduktionsrate R , überschritten wird, tritt soziales Chaos, nämlich der Tod für die ein, die aufgrund der dann eingeführten Triage keine Behandlung mehr erfahren und daran sterben.

Dieser Fall ist zu vermeiden.

4.3.2.4. *Impfstoffe oder Virostatika entwickeln*

Eine weitere Handlungsoption besteht in der Entwicklung geeigneter Impfstoffe und Virostatika, ein Wettlauf gegen die Zeit, der zurzeit in vielen Forschungslabors der Welt begonnen hat.

4.4. Entscheidung

Nachdem in verschiedenen betroffenen Staaten, wie England und den Niederlanden, teilweise auch in Schweden, zunächst das Thema Herdenimmunität diskutiert wurde, haben fast alle Staaten die Entscheidung zur Quarantäne getroffen. Die Quarantäne wird in unterschiedlichen Ausprägungen eingehalten, und wir werden erst nach geraumer Zeit die Erfolge der einzelnen Quarantänemaßnahmen vergleichen und beurteilen können. Ferner werden vermehrt Massentests angewendet, um gezielt Infizierte herauszufiltern und zu isolieren.

4.5. Durchführung

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat am 11.03.2020 die Coronainfektion zur weltweiten Pandemie erklärt. Um diesen Zeitpunkt herum hat parallel die deutsche Regierung stufenweise immer strengere Maßnahmen festgelegt. Hierzu ein stichprobenartiger Auszug der getroffenen Maßnahmen und deren Randbedingungen.

1. Mittwoch, der 05.03.2020: Der Gesundheitsminister stellt seinen Notfallplan vor. Parallel schließt Italien im ganzen Land die Schulen und Universitäten.
2. Montag, der 09.03.2020: Der Gesundheitsminister ruft dazu auf, Großveranstaltungen mit mehr als 1000 Teilnehmern abzusagen. Die Absage betrifft neben Messen vor allem auch Sportereignisse. Bayern folgt als erstes Bundesland dem Aufruf bis zum 19.04.2020
3. Mittwoch, der 11.03.2020: Der Ministerpräsident von Bayern fordert ein einheitliches Vorgehen innerhalb Deutschlands.
4. Freitag, der 13.03.2020: Die USA untersagen allen Europäern die Einreise für zunächst 30 Tage, mit Ausnahme von Großbritannien.
5. Montag, der 16.03. 2020: Die Grenzen zu den Nachbarländern Österreich, Schweiz, Frankreich, Luxemburg und Dänemark werden für Reisende ohne triftigen Grund geschlossen.
Gleichzeitig erlassen viele Bundesländer Schulschließungen und ein Besuchsverbot für Pflegeheime, Behinderteneinrichtungen und Kliniken.
Schleswig-Holstein sperrt die Nord- und Ostseeinseln für Touristen.
6. Mittwoch, der 18.03.2020: Die Bundesregierung und die Ministerpräsidenten der Bundesländer beschließen welche Einrichtungen in Deutschland noch geöffnet bleiben dürfen und welche geschlossen werden. Offen bleiben Geschäfte zur Grundversorgung, geschlossen werden alle weiteren Geschäfte. Verboten sind auch Gottesdienste aller Religionen.
Das Einreiseverbot in die EU für nicht EU-Bürger wird unverzüglich umgesetzt.
Die Bevölkerung wird verpflichtet zu Hause zu bleiben und max. zu Zweit im öffentlichen Raum für die notwendigen Erledigungen und für Spaziergänge in Erscheinung zu treten. Der Abstand von 1,5, besser 2 m sollte eingehalten werden.
Der Weg zur Arbeit ist weiterhin erlaubt. Die Einschränkungen gelten für vier Wochen bis zum 19.04.2020.

Die disziplinierte deutsche Bevölkerung scheint sich an die Vorgaben zu halten, die Verdopplungszahlen sinken.

4.6. Erste Ergebnisse

Die Quarantänemaßnahmen, ob nun freiwillig eingehalten oder von der Regierung verordnet, sowie die Massentests, zeigen ihre ersten Ergebnisse und lassen leichten Optimismus aufkommen.

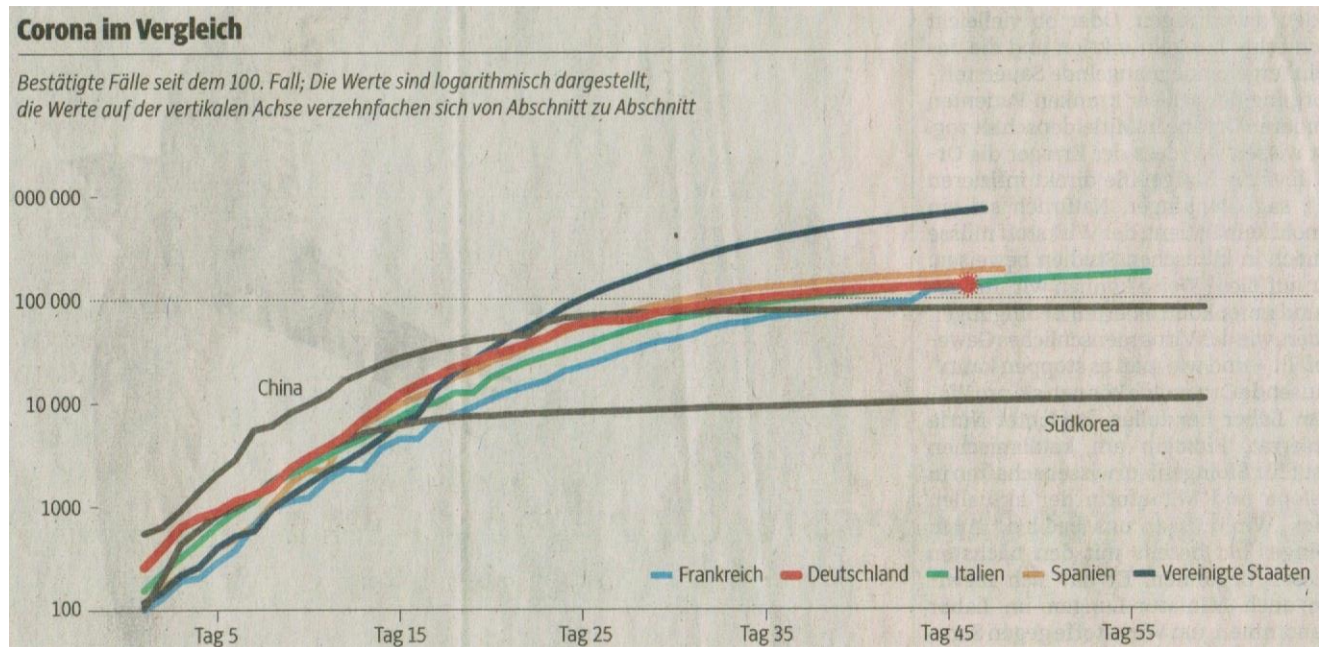


Abbildung 4.8: Die Entwicklung der bestätigten Coronavirus-Fälle in ausgewählten Ländern in Tausend, ²⁷

Die Entwicklungen in China und Südkorea zeigen, dass die Corona-Pandemie bei Anwendung der richtigen Maßnahmen wie Quarantäne und Massentests beherrschbar ist. Das wichtigste Beurteilungskriterium für das Abbremsen der Virusinfektion ist die sogenannte Verdopplungsrate. In welcher Zeit verdoppeln sich die Infektionsfälle?

In der nachfolgenden Abbildung werden die aktuellen Verdoppelungszeiten weltweit dargestellt.

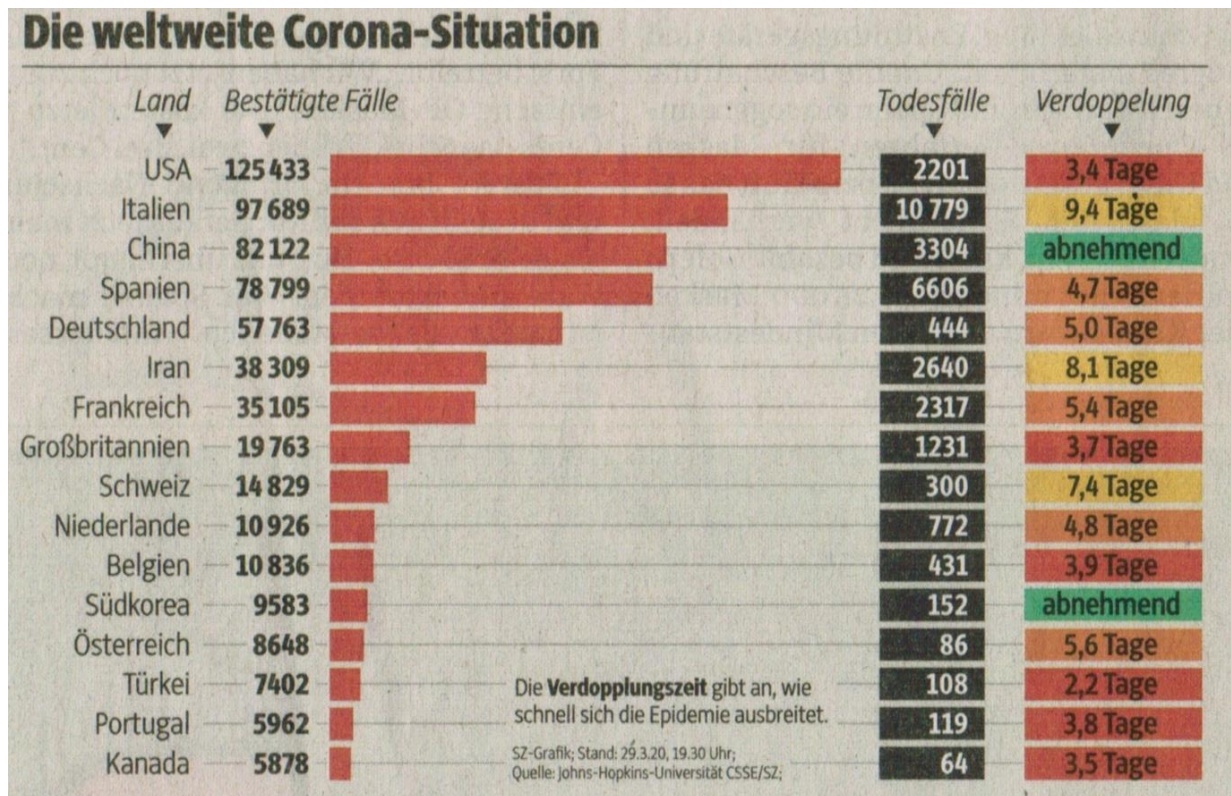


Abbildung 4.9: Die Verdoppelungszeiten, Stand 29.03.2020, der weltweiten Corona-Pandemie,²⁸

Aus diesen Daten lässt sich nach dem logistischen Wachstumsmodell der Infektionsverlauf prognostizieren. Eine entsprechende Berechnung für Italien und Deutschland nach Prof. Weihs, Uni Dortmund,²⁹ folgt.

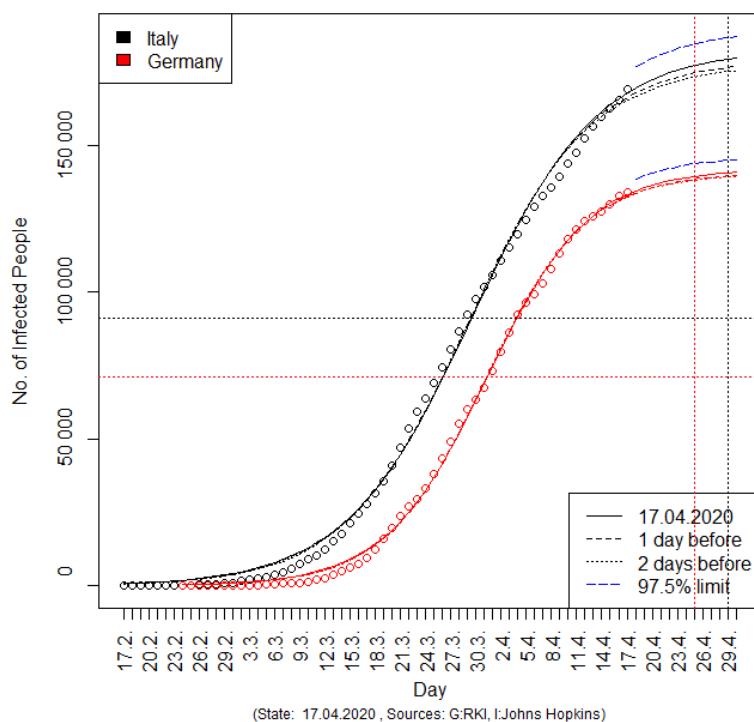


Abbildung 4.10: Prognose vom 17.04.2020 für die Anzahl maximal Infizierter

Die Quarantänemaßnahmen scheinen zu greifen. Je weiter die Pandemie fortschreitet, desto sicherer erscheinen die Prognosezahlen der maximal Infizierten.

Und der verständliche Wunsch nach Lockerung der Quarantänemaßnahmen wird lauter. Mit der weiteren Beurteilung der Sachlage kommen wir mit dem oben dargestellten einfachen logistischen Modell nicht weiter, wie nachfolgende Abbildung zeigt.

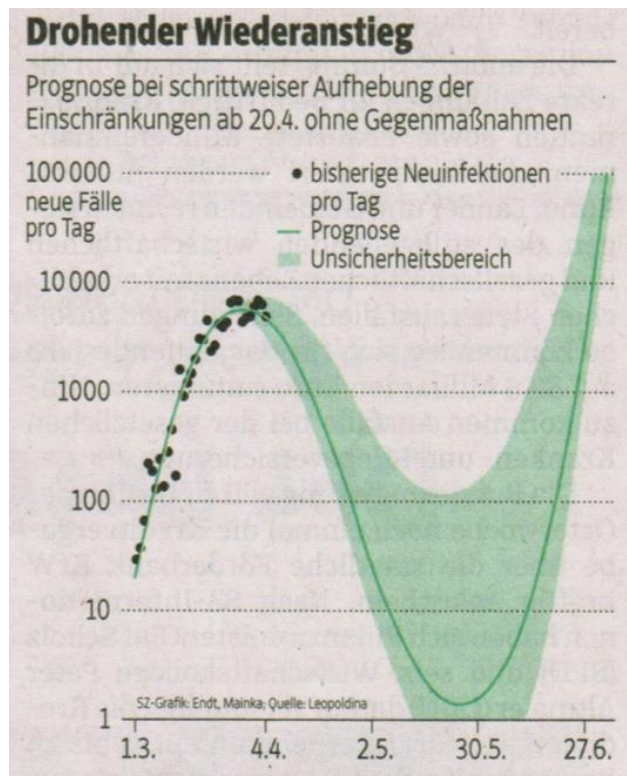


Abbildung 4.11: Drohender Wiederanstieg, ³⁰

Bei der weiteren Beurteilung der Sachlage benötigen wir das bereits vorgestellte Räuber-Beute-Modell nach Lotka-Volterra, siehe Anlage 12.5. Das einfachste Modell beschreibt die notwendige symbiotische Beziehung zwischen Räuber und Beute, die zum Überleben der beiden Spezies notwendig ist. Es gibt allerdings einen Grenzwert, der beim Überschreiten zum Tod einer der Spezies führt, egal ob Räuber oder Beute.

Wenn wir nun das Coronavirus als Räuber und den Menschen als Beute betrachten, so sind für den Infektionsverlauf die verschiedensten Möglichkeiten denkbar. Im Folgenden werden zwei extreme Infektionsverläufe modellhaft beschrieben, um die Wirkungsweise des Systems zu erläutern.

1. Fall: Wir unterstellen folgendes Worst Case-Szenario:
 - Eine menschliche Population als Beute ist unwissend um die Dinge, die geschehen.
 - Sie wird komplett durchseucht, es sterben aber nicht alle Menschen an der Virusinfektion, sondern nur ein bestimmter Teil.
 - Es entsteht eine zeitlich begrenzte Immunsisierung, es gibt allerdings kein Gegenmittel.

Der Infektionsverlauf folgt klassisch dem Räuber Beute-Schema. Im realen Leben gäbe es damit aufeinander folgende Pandemien oder Epidemien, wie Infektionswellen, die immer wieder aufflackern, wie sie aus der Menschheitsgeschichte bekannt sind.

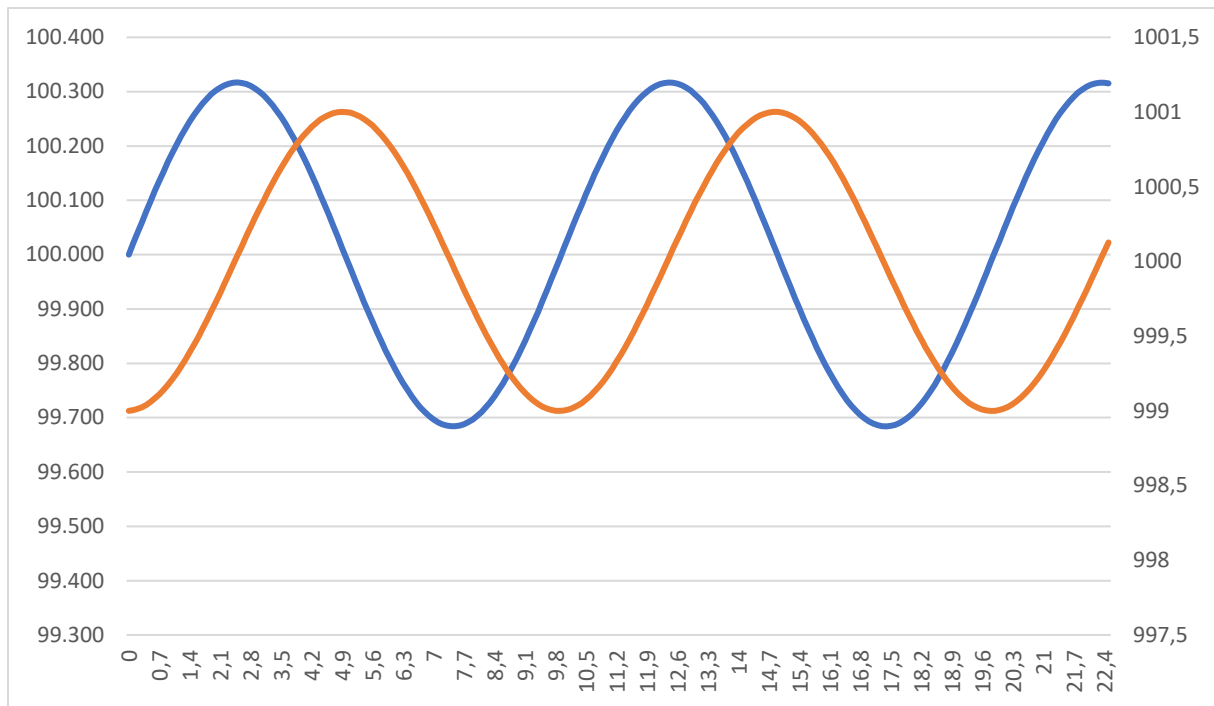


Abbildung 4.12: Klassisches, stabiles Räuber-Beute-System. Die blaue Linie stellt den Räuber, hier das Coronavirus, mit einer Startzahl von 100.000 dar, siehe linke Skalierung. Die braune Linie ist die Beute, der Mensch, der mit einer Startzahl von 1.000 Menschen beginnt, siehe rechte Skalierung.

2. Fall: Wir unterstellen ein Best Case-Szenario:

- Eine Population ist wissend um die Dinge, die geschehen.
- Nach der Entdeckung des neuen Virus stellt sie sich zunächst selbst sofort unter strenge Quarantäne, isoliert und behandelt Infizierte.
- Es wird umgehend ein geeignetes Gegenmittel entwickelt, z. B. ein Impfstoff, gegen den Räuber, das Virus. Das Virus stirbt mit der Zeit aus, in der Theorie zumindest.

Die nachfolgenden Wachstumskurven für den Räuber, das Virus, und die Beute, das sind wir Menschen, ergeben sich durch die geeignete Wahl der vier Variablen a , b , c und d in den beiden gekoppelten logistischen Gleichungen, siehe Anhang 12.5. Bei geeigneter Auswahl der Parameter stirbt eine Spezies, ob Räuber oder Beute, aus. Die Parameterauswahl erfolgt erst so, dass das Virus ausstirbt. Der entgegengesetzte Fall ist natürlich auch möglich. Die beiden nachfolgenden Abbildungen sind extreme Vereinfachungen, die mit dem realen Geschehen nur bedingt vergleichbar sind. Allerdings können die grundsätzlichen Kopplungsmechanismen zwischen den Menschen als Beute und dem Virus als Räuber dargestellt werden.

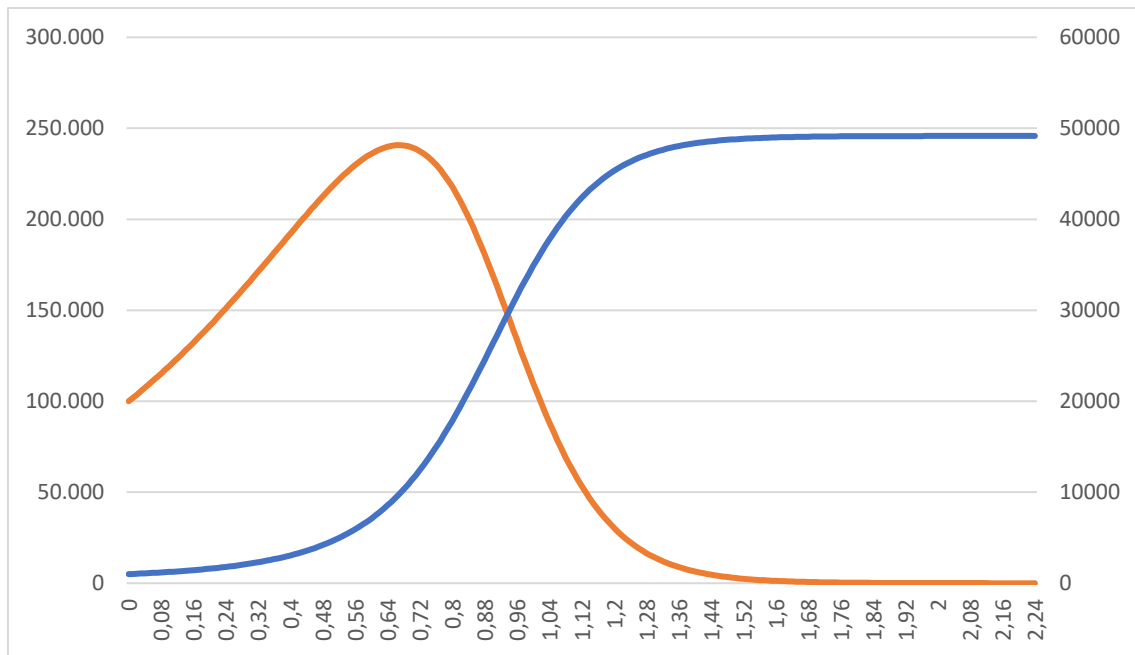


Abbildung 4.13: Der Räuber, das Virus, braune Linie, stirbt nach einem anfänglichen Anstieg komplett aus. Die Beute, hier der Mensch, blaue Linie, wächst trotz Virusinfektion bis zu einem stationären Zustand an.

Der gegenteilige Fall, der hoffentlich nicht eintreten wird, ist allerdings auch möglich, siehe nachfolgende Abbildung. Der Mensch als Beute stirbt irreversibel aus.

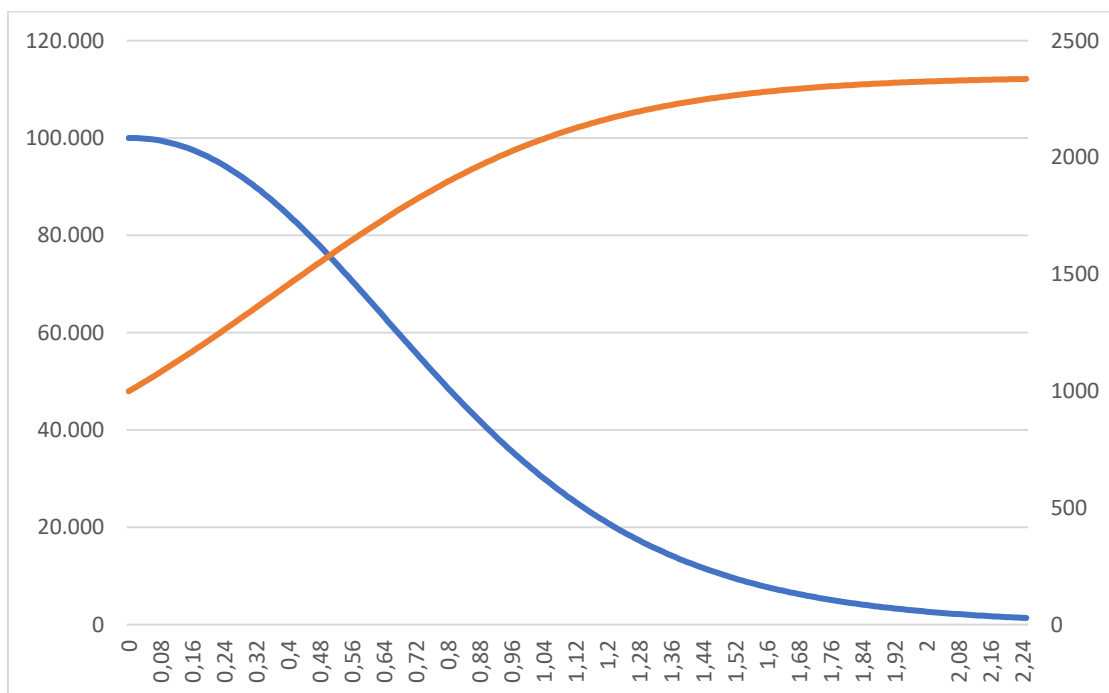


Abbildung 4.14: Die Beute, blaue Linie, der Mensch stirbt aus, während das Virus, braune Linie, bis zu einem stationären Zustand anwächst.

Da das Virus für sein Überleben lebende Wirte benötigt hätte das Virus, nach dem Verschwinden der Menschen, die Möglichkeit zurück zu den Tieren zu wandern, von denen es offensichtlich herkommt, um damit sein Überleben zu sichern.

Nach Ansicht des Robert-Koch-Instituts und der deutschen Regierung sind bei den Überlegungen zur Lockerung der eingeleiteten Quarantänemaßnahmen in Deutschland ab Montag, dem 19.04.2020, vier wesentliche Punkte zu berücksichtigen:

1. Verdoppelungszeit der Infektionszahlen
2. Zahl der Kranken im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung
3. Kapazitätsauslastung K des Gesundheitssystems
4. Reproduktionsrate R

Die ersten drei Parameter zeigen an, ob das Gesundheitssystem in der Lage ist, den Infektionsverlauf geordnet aufzufangen, oder ob Triage und damit deterministisches Chaos in den Krankenhäusern die Überhand gewinnt und zur Regel wird.

Für den Infektionsverlauf als solchen ist nur der vierte Punkt entscheidend. Die Reproduktionsrate R besagt, wie viele Menschen im Schnitt von einer infizierten Person angesteckt werden. „Ein R von 1 bedeutet nichts anderes als die Fortsetzung des Status quo. Jeder, der gesundet oder stirbt, wird ersetzt durch einen neuen Erkrankungsfall. Wenn Sie in Ihrer Stadt 1000 neue Fälle am Tag haben bei einem $R = 1$, dann haben Sie 1000 neue Fälle bis in alle Ewigkeit. Es ist darum entscheidend, dieses R über lange Zeit so weit abzusenken, bis sie täglich nur noch 10 oder 20 Fälle haben, damit kann Ihr Gesundheitssystem umgehen.“³¹ „Wenn diese Zahl unter eins gedrückt wird, dann lässt die Epidemie langsam nach.“³²

Die Reproduktionsrate R ist direkt mit der Wachstumsrate w des logistischen Wachstumsmodells vergleichbar. Bei $w < 1$ strebt die resultierende Wachstumskurve unweigerlich gegen null. An dieser Stelle sein nochmals an den Schmetterlingseffekt erinnert, der an dem Beispiel $w < 1$ bzw. $w > 1$ erläutert wurde. Siehe hierzu Abb. 3.9 und 3.10. im vorherigen Kapitel. Die Entwicklung der Reproduktionszahl R ist in nachfolgender Abbildung dargestellt.

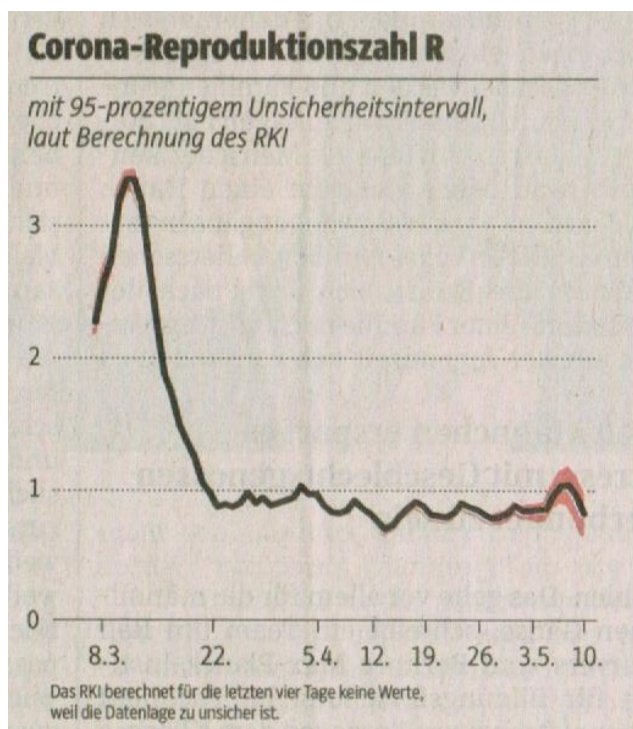


Abbildung 4.15: Entwicklung Reproduktionszahl R vom 08.03 bis 10.05.2020, Quelle SZ 15.05.2020

Unterstellt man die ungebremste Ausbreitung der Infektion mit der maximalen Reproduktionsrate R von 3,5, so ergeben sich mit der Zeit rein rechnerisch folgende Infektionszahlen.

Zeit t in Wochen	Infektionszahlen I gerechnet mit $I(t) = R^t$
0	1,0
1	3,5
10	275.854,8
14	41.395.451,2
15	144.884.079,2

Tabelle 4.2: Exponentielles Wachstum der Infektionszahlen

Die Bundesrepublik Deutschland zählt zurzeit ca. 83 Mio. Einwohner. Damit wäre die halbe Bevölkerung der Bunderepublik Deutschland in Höhe von ca. 41,5 Mio Einwohner bereits nach 14 Wochen infiziert und in der kommenden Woche 15 dann komplett durchseucht. Man erkennt die explosive Kraft des exponentiellen Wachstums.

Ab Montag, dem 20.04.2020, sind einige Lockerungen der bisher vorgegebenen strengen Quarantänemaßnahmen durch die Öffnung von Geschäften vorgesehen, wie

1. Fahrradläden
2. Buchhandlungen
3. Autogeschäfte
4. Allgemein Geschäfte mit weniger als 800 m² Verkaufsfläche

Ab Montag, den 27.04.2020 herrscht Mundschutzpflicht in allen öffentlichen Verkehrsmitteln wie Busse und Bahn sowie in Geschäften.

Ab Montag, dem 04.05.2020, sollen Schulen, primär für die Abschlussklassen, ihren Betrieb nach den Osterferien wieder aufnehmen, um Prüfungen, z.B. das Abitur, durchführen zu können.

Es ist vorgesehen, alle 14 Tage die Rückwirkungen der Lockerungsmaßnahmen auf das Infektionsgeschehen zu überprüfen. Damit können die Lockerungsmaßnahmen iterativ je nach Ergebnis in jegliche Richtung nachjustiert werden. Wir sehen hier wieder den fundamental wichtigen Iterations-Kreisprozess zur Entscheidungsfindung durch Rückkopplung nach einem diskreten Zeitschritte Δt .

Die Bundesregierung hat am 06.05.2020 mit den Ministerpräsidenten der Bundesländer weitergehende Lockerungsmaßnahmen beschlossen. Nun wird die detaillierte Ausgestaltung und Überprüfung der Maßnahmen in den Verantwortungsbereich der Länder übergeben.

Maßgeblich für die Lockerungsmaßnahmen ist der Wert der Neuinfektionen. Wird dieser Wert regional in den Landkreisen/Kreisen nicht überschritten, so können die verabschiedeten Lockerungsmaßnahmen beibehalten werden. Wird der Wert überschritten, sind wieder geeignete, regionale Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Den Hintergrund des festgelegten Grenzwertes 50 verdeutlicht die nachfolgende Abbildung. Es zeigt den auf 100.000 Einwohner bezogenen Infektionsverlauf in den vergangenen sieben Wochen vom 01.03 bis 08.05.2020. Der Spitzenwert lag bei knapp 50 Neuinfektionen.

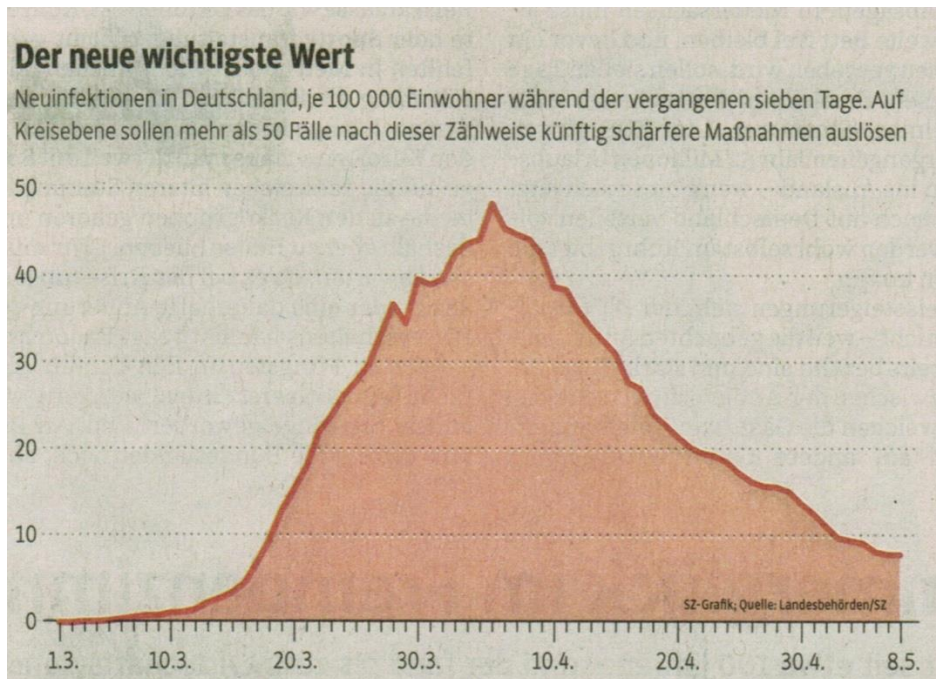


Abbildung 4.16: Der neue wichtige Wert, SZ vom 09./10. 05.2020

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine erste Einschätzung hinsichtlich der globalen Corona-Pandemiebekämpfung. Taiwan und Südkorea gelten zwischenzeitlich als Vorbilder. Deutschland liegt im Mittelfeld.

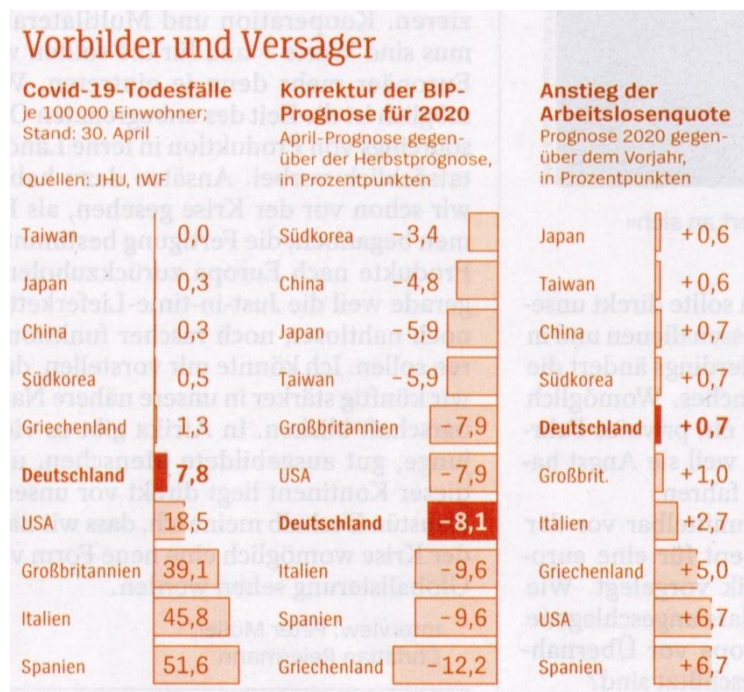


Abbildung 4.17: Erfolgreiche Corona-Pandemiebekämpfung. Der Spiegel, Nr. 19 / 02.05.2020, S. 80

Dass die liberale Haltung Schwedens zu den Quarantänemaßnahmen seinen Preis hat, verdeutlicht nachfolgende Abbildung. Gegenüber seinen Nachbarn, die strenger mit der Quarantäne umgehen, liegt die Anzahl der Todesfälle um den Faktor 3 bis 4 höher.

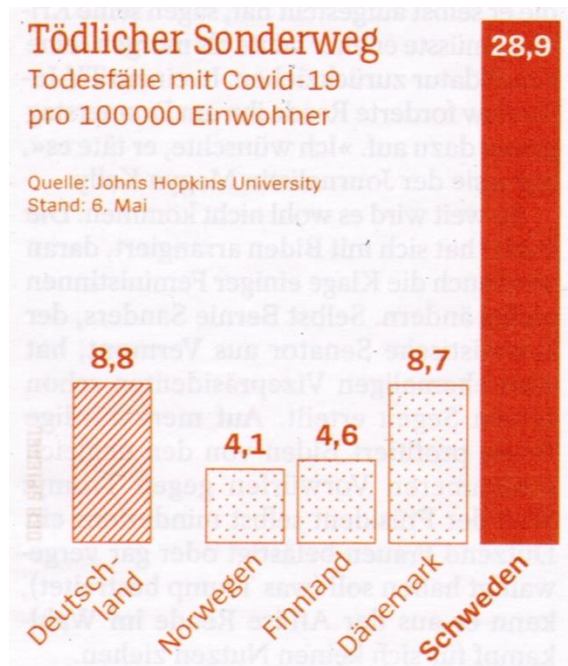


Abbildung 4.18: Tödlicher Sonderweg. Vergleich der Todesfälle verursacht durch Corona zwischen vier europäischen Staaten. Der Spiegel Nr. 20 / 09.05.2020, S. 84

4.7. Analogie Klimawandel

Das Gleiche gilt im Übrigen auch für den menschenverursachten, CO₂-induzierten Klimawandel. Das System Erde mit seiner gegebenen Kapazitätsgrenze für die Aufnahme von menschlichen Schadstoffemissionen ist träge, unterliegt allerdings genauso dem logistischen Wachstum. Die nachfolgende Abbildung zeigt den aktuellen CO₂-Konzentrationswert in der Atmosphäre, als Ausschnitt der Wachstumskurve, seitdem mit der industriellen Revolution, seit ca. 1750, fossile Brennstoffe zunehmend verbrannt werden.

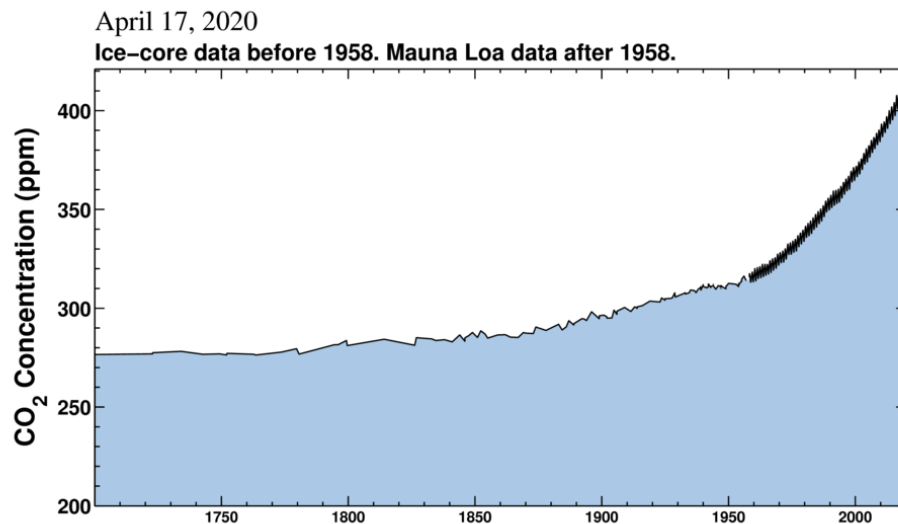


Abbildung 4.15: Der CO₂-Konzentrationswert in der Atmosphäre, ab 1700 bis zum 17.04.2020, ³³

Es könnte also durchaus zu einer Situation kommen, in der die Corona-Krise als Blaupause für die Bekämpfung des Klimawandels zum Tragen kommen könnte. Das würde also den abrupten Ausstieg aus den CO₂-verursachenden Verbrennungsprozesse fossiler Brennstoffe bedeuten. Es könnte der Tag kommen, an dem die Menschheit aus reinem Überlebensinteresse beschließt,

- sofort mit der Verbrennung fossiler Brennstoffe aufzuhören und
- nur noch die Nutzung regenerierbarer Energien zu akzeptieren.

Ich hoffe, dass die bereits eingeleiteten Gegensteuerungsmaßnahmen greifen und diesen Tag vermeiden lassen. Aber bisher habe ich wenig Hoffnung, weil es ja so bequem ist so weiter zu machen wie bisher. Der Leidensdruck ist einfach noch nicht hoch genug. Dass das Thema Klimawandel durchaus naheliegend ist, wird im anschließenden Kapitel aufgezeigt.

4.8. Die erste dokumentierte Cholera-Pandemie

Zum Schluss des Kapitels wird eine Pandemie beschrieben, die in der üblichen Literatur zu dem Thema nicht zu finden ist, und die ihre Ursache in einem eher seltenen Naturereignis hatte.³⁴

Am 05.04.1815 brach der Vulkan Tambora östlich der Insel Java in Indonesien aus. Verursacht durch das ausgeworfene Aschematerial veränderte sich das Klima weltweit und die Ernten fielen 1816 und 1817 ganz oder teilweise aus. Es kam zu Hungersnöten, sozialen Veränderungen und Aufständen. Die Ursache-Wirkungsmechanismen wurden erst 200 Jahre später (!) im vollen Umfang und mit allen Konsequenzen für die gesamte Menschheit erkannt und beschrieben³⁵.

Nun ist ein Vulkanausbruch ein Ereignis, das von Menschen nicht verursacht wird und nicht beeinflusst werden kann. Allerdings hat der Mensch erst 200 Jahre später erkannt, was für ungeheure Folgen dieser „einfache“ Vulkanausbruch für die gesamte Menschheit hatte:

1. Weltweite Hungersnöte und daraus resultierende Emigrationswellen
2. Entstehung einer weltweiten Cholera-Pandemie. „Die Cholera war seit urvordenklicher Zeit in Nieder-Bengalen (heute Bangladesh) jahreszeitlich *endemisch*, also lokal begrenzt.“ Bedingt durch die extremen Wetterbedingungen, ausgelöst durch den Vulkanausbruch, trat die Choleraepidemie jetzt auch mit extremer Gewalt auf und griff nicht nur auf Einheimische, sondern auch auf europäische Reisende und auf die britischen Truppen über. Damit begann dann die Cholera den Globus in Westrichtung zu erobern und erreichte zum Schluss, nach 17 Jahren, 1832 die amerikanische Ostküste.

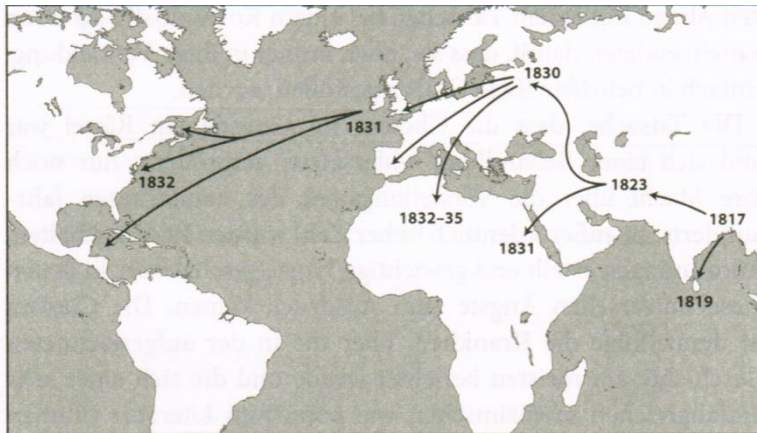


Abbildung 26 Die Karte zeigt die globale Ausbreitung der epidemischen Cholera nach 1816 von Bengalen aus, welche seitdem als die erste Cholera-»Pandemie« bezeichnet wird. Die Epidemiologen haben sechs aufeinanderfolgende Pandemien identifiziert, deren jüngste – und noch andauernde – 1961 in Indonesien ihren Ursprung hatte.

Abbildung 4.16: Der Ausbreitungsweg der Cholera-Pandemie ab 1815/16,³⁶

3. Exponentieller Anstieg des chinesischen Opiumhandels als Alternative zum empfindlichen Reisanbau, der durch die Witterungsbedingungen kaum noch möglich war. Mohn ist wesentlich robuster als Reis. Der Opiumkonsum war dann verbunden mit einer einhergehenden sozialen Misere weiter Bevölkerungsschichten.
4. Erste große Wirtschaftsdepression in der Geschichte der Vereinigten Staaten. „Der Zusammenbruch des europäischen Marktes für amerikanische Waren im Jahr 1818 ... lähmte jeden Sektor der US-Wirtschaft und setzte der sogenannten >Era of Good Feelings< abrupt ein Ende, ...“³⁷.

5. Der Vulkanausbruch war der Ausgangspunkt für menschlichen Fortschritt: Die ersten tastenden Schritte hin zur Eiszeittheorie, das goldenes Zeitalter der Arktis-Literatur, -Forschung und -Reisen, Fortschritte in der Agrarwissenschaft und Meteorologie.
6. Sowie die ersten Ansätze einer modernen Vorstellung vom Staat, bei der die Aufgaben der Regierung auch auf das Wohlergehen der Bürger in Krisenzeiten ausgeweitet wurden.

Wenn wir heute nun die ersten Anzeichen des Klimawandels erkennen, der durch die menschliche CO₂-Produktion verursacht wird, so könnten die Folgen des schleichenden menschenverursachten Klimawandels genau so verheerend sein, wie oben beim explosiven, natürlichen Vulkanausbruch beschrieben. Wir experimentieren mit unserer eigenen Lebensgrundlage, nämlich der Atmosphäre, ohne deren Konsequenzen tatsächlich abschätzen zu können, da die Zunahme der CO₂-Produktion bis heute dem logistischen Wachstum der Menschheit folgt.

In diesem Zusammenhang noch ein letztes Beispiel über die Macht von Infektionskrankheiten, das aktuell von Harper ³⁸ aufbereitet wurde und der den Untergang des Römischen Reiches durch zwei Faktoren beschreibt:

- Klimawandel
- Infektionskrankheiten

Die Sonneneinstrahlung ist, über längere Zeiträume und erdgeschichtlich gesehen, nicht konstant. Nicht nur die Strahlung der Sonne als Energiequelle ist nicht gleichmäßig, sondern auch die Kreiselbewegung der Erde als Strahlungssenke könnte für langfristige klimatische Änderungen sorgen

78 2. DAS GLÜCKLICHSTE ZEITALTER

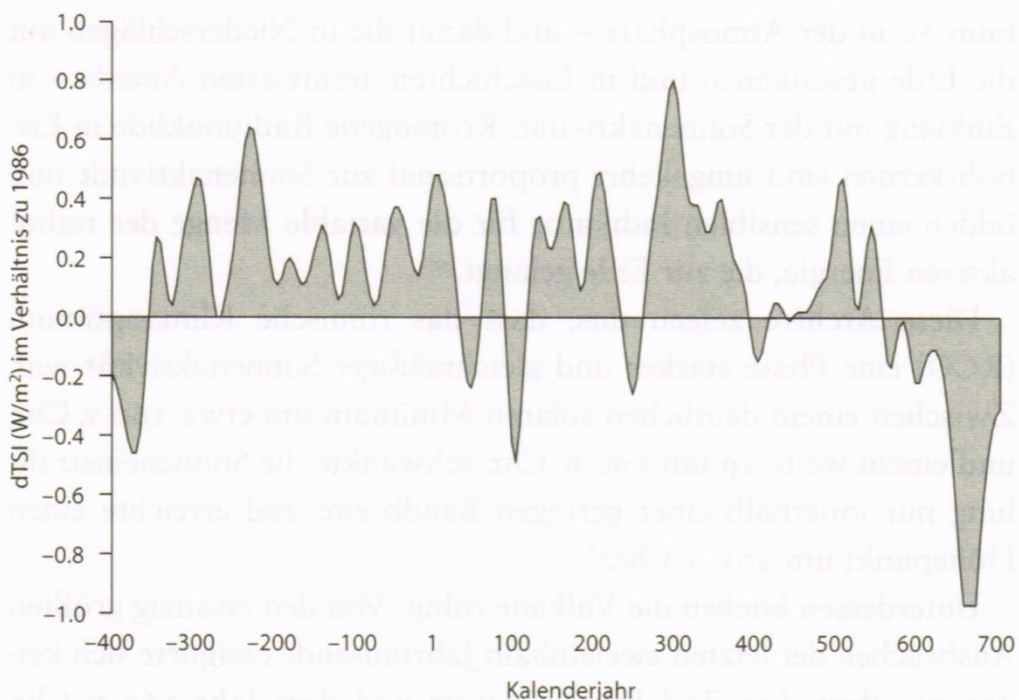


ABB. 2.3 Gesamte Sonneneinstrahlung nach ¹⁰Be (Daten aus Steinhilber et al. 2009)

Abbildung 4.17: Sonneneinstrahlung von - 400 bis 700

Die Entwicklung des römischen Weltreiches war vor den Hintergrund des sogenannten römischen Klimaoptimums möglich. Zwischen einem deutlichen Minimum um ca. 360 v. Chr. und einem weiteren um 690 n. Chr. schwankte die Sonneneinstrahlung nur innerhalb einer geringen Bandbreite. Auch war keine Vulkantätigkeit erkennbar. Wir erkennen ab 550 – 600 eine deutliche Abnahme der Sonneneinstrahlung. Ferner haben Vulkanausbrüche auf der Erde mit dem einhergehenden Aerosoleintrag in die Atmosphäre den solaren, externen Abkühlungsprozess unterstützt. So war das Jahr 536, wie schon oben für 1816 beschrieben, ein Jahr ohne Sommer, ausgelöst durch einen Vulkanausbruch.

Die Cyprianische Pest von 249 - 262, hat die Bevölkerung im römischen Reich stark dezimiert. Allerdings hat die römische Staatsstruktur, deren wesentlicher Bestandteil eine Berufarmee zur Sicherung der Außengrenzen war, trotz der Menschenverluste standgehalten. Die Julianische Pest ab 541 war allerdings wesentlich verheerender. Man geht davon aus, dass 50 bis 60 % der Bevölkerung in mehreren Wellen bis 600 an der Pest gestorben sind. Damit war die Verteidigungsfähigkeit aufgrund des Menschenmangels und der fehlenden Infrastruktur nicht mehr gegeben. Das römische Reich, dessen Ostreich mit ihrer Hauptstadt Konstantinopel bis dahin noch weitgehend überlebt hatte, zerfiel. Ausschlaggebend für die rasche Verbreitung der Infektionen war die gute Infrastruktur zu Land und zu Wasser, die damit einhergehende enge Vernetzung des Reiches und die städtische Verdichtung. Die Infektionen nahmen ihren Anfang in Ägypten, im Osten des Reiches, das schon damals im Niltal eine relativ hohe Bevölkerungsdichte aufwies und als Kornkammer das Reich versorgte und breiteten sich dann nach Westen aus.

Wir erkennen wiederum die Macht der Natur. Wenn wir Menschen heute durch einen zu großen CO₂-Eintrag in die Atmosphäre das Weltklima aufheizen, so können die Konsequenzen ähnlich wie oben beschrieben aussehen. Dabei kommt es nicht so sehr auf die Veränderung als solche an. Wie leben in ständiger und notwendiger Veränderung. Die Veränderungsgeschwindigkeit ist entscheidend. Eine zu hohe Veränderungsgeschwindigkeit überfordert unsere natürliche Lebensbasis und führt dann zum Kollaps.

4.9. Anmerkungen zu Kapitel 1 bis 4

1. Rowland, S. 46.
Rowland unterscheidet zwischen arithmetischen, geometrischen, exponentiellen und logistischem Wachstumskonzepten. Das geometrische Wachstum, das durch das Wachstum durch den Zinseszins bekannt ist, ist ebenfalls ein exponentielles Wachstum und wird deshalb nicht gesondert betrachtet. Ferner wird der Begriff Wachstumsmodell, anstatt Wachstumskonzept, verwendet, da wir uns den komplexen natürlichen Wachstumskonzepten nur durch mathematische Wachstumsmodelle annähern können.
2. Kingsland, S. 30
3. Prigogine, S. 210
4. May, S. 645
5. Edward Lorenz, S. 133f
6. Gleick, S. 257
7. Schuster, S. 3
8. Kinnebrock, S. 113
9. Harari, S. 404
10. Piketty, S. 285

11. Mayer, Titel: „Ein System siegt sich zu Tode“
12. Mandelbrot, S. 375
13. Vester, S. 81, Abbildung 16
14. Krebs, S. 162f
15. Madrid, S. 106
16. Tödlicher Kontakt, Viele verheerende Virus-Epidemien gehen von Tieren aus.
Auflistung in der SZ vom 28./29.03.2020, S. 8. Die russische Grippe wurde ergänzt.
17. Deutscher Bundestag, Drucksache 17/ 12051 vom 03.01.2013, S.55ff
18. Michael Schmedt, Deutsches Ärzteblatt 15/2020 vom 10.04.2020, S. A745
19. Fichtner, Der Spiegel, Nr. 12, 14.03.2020, S. 14
20. ebenda, S. 8

21. SZ vom 27.03.2020
22. Quarantäne, Aufruf Wikipedia am
23. Süddeutschen Zeitung (SZ) vom 11. / 13.03.2020
24. Entnommen Focus 14/2020, S. 56. Ursprungsquelle: Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Epidemiologie (DGRpi) zur Verbreitung des neuen Coronavirus (SARS-CoV-2). Abbildung 1.2: Zeitlicher Verlauf der Epidemie für unterschiedliche Basisreproduktionszahlen (R_0)/effektive Reproduktionszahlen. Hier: Anzahl Personen auf Intensivstation. Modellierung nach SEIR-Modell.
25. Süddeutsche Zeitung vom 28./29.03.2020
26. ebenda, SZ 28./29.03.2020. Ursprungsquelle: Neil M. Ferguson, Daniel Laydon, Gemma Nedjati-Gilani et al. Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand. Imperial College London (16-03-2020), doi: <https://doi.org/10.25561/77482>
27. Süddeutsche Zeitung 20.04.2020
28. Süddeutsche Zeitung vom 30.03.2020
29. Homepage Uni Dortmund, Prof. Weihs. Zeigt COVID-19 ein logistisches Wachstum? Prof. Weihs rechnet nach.
30. Süddeutsche Zeitung vom 06.04.2020

31. Epidemiologe G. Leung, Interview Der Spiegel, Nr. 17 / 18.04.2020, S. 106f
32. Robert Koch Institut, Berlin, Prof. Wiehler, zitiert in SZ vom 06.04.2020, S. 2
33. The Keeling Curve (<https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>)
34. Krätzig-Ahlert, S. 92f

35. siehe z. B. Vulkan Winter 1816. Wood, Gillen D'Arcy, 2015 oder Tambora und das Jahr ohne Sommer. Behringer, Wolfgang, 2015
36. Wood, S. 115
37. ebenda, S. 270
38. Harper, Kyle. Fatum. Das Klima und der Untergang des römischen Reiches, Beck, München 2020

5. Konsequenzen für unsere menschliche Populationsdynamik

5.1. Historischer Rückblick

Wir rekapitulieren: Die logistische Gleichung wurde von Verhulst 1838 als demographisches Modell eingeführt und lautet als Differentialgleichung:

$$dN/dt = w \cdot N \cdot (1 - N/K)$$

Gl. 5

Damit folgte Verhulst der bereits von Malthus 1798 vorgestellten Überlegung, dass das Bevölkerungswachstum durch die zur Verfügung stehenden Ressourcen begrenzt wird. Nach Malthus wächst die Bevölkerung exponentiell, die Lebensmittelversorgung allerdings nur linear. Damit kommt es zu regelmäßigen Hungersnöten, die das aktuelle Bevölkerungswachstum an die jeweilige Versorgungslage anpassen und begrenzen. Damit wird auch das gedankliche, menschliche Dilemma dokumentiert, dass der Mensch nämlich sehr gerne linear denkt und sich offensichtlich mit den exponentiellen Wachstum nicht anfreunden kann. Die nachfolgende Abbildung zeigt dieses Verhalten.¹

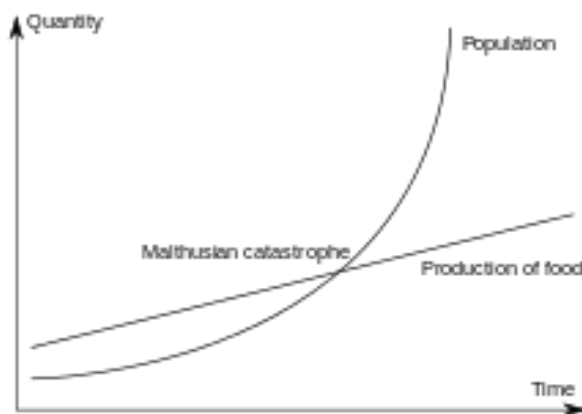


Abbildung 5.1: Die Malthusianische Katastrophe

Bei Verhulst wird die Begrenzung nun durch die tragende Kapazität K ersetzt.

Pearl und Reed haben 1920² den logistischen Wachstumsverlauf auf die amerikanische Gesellschaft angewendet. Sie waren weiterhin der Meinung, dass es sich bei dem logistischen Wachstum um ein Naturgesetz handelt. Auf Basis der U.S. Census Daten von 1790 bis 1920 haben sie eine Prognose der amerikanischen Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2000 erstellt, siehe nachfolgende Abbildung.

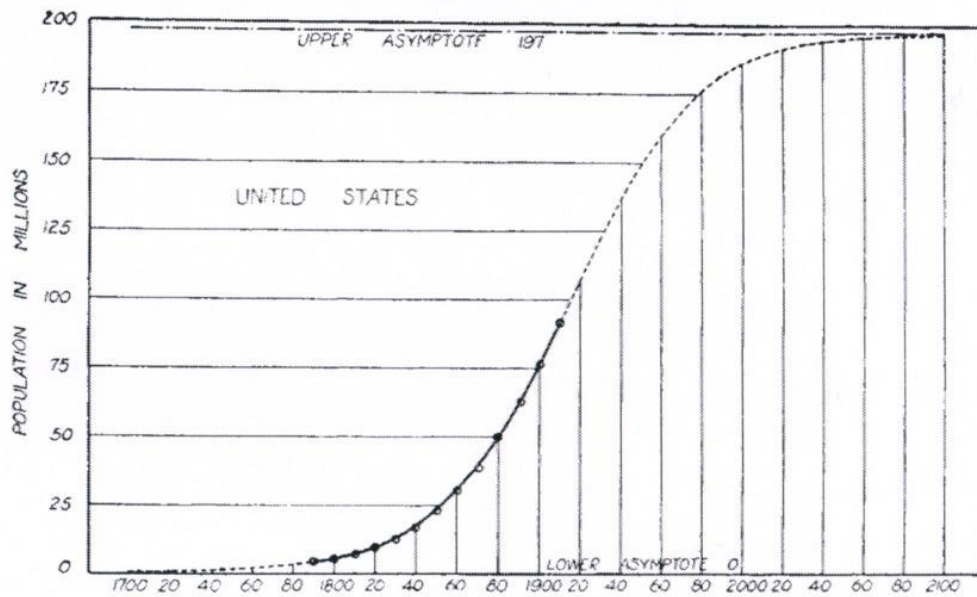


FIG. 1. SYMMETRICAL LOGISTIC CURVE FITTED TO U.S. CENSUS DATA
From Pearl, 1924c.

Abbildung 5.2: Die logistische Kurve angewendet auf die amerikanische Bevölkerung durch Pearl und Reed

Als obere Asymptote wurden 197 Millionen Einwohner im Jahr 2000 prognostiziert. Allerdings hat die Prognose nicht gestimmt. Die amerikanische Bevölkerung betrug im Jahr 2002 ca. 281 Millionen Einwohner³. Pearl hat in den 1920er-Jahren über das logistische Wachstum vielfältig veröffentlicht und damit erhebliche Kritik ausgelöst. Ein wesentlicher Kritikpunkt war die offensichtliche Unmöglichkeit mit einem einzigen Wachstumsmodell alle sozialen, ethischen, ökonomischen, politischen oder auch religiösen Einflussfaktoren, die erheblichen Einfluss auf das Bevölkerungswachstum haben, zu berücksichtigen und damit eine verlässliche Vorhersage zu erstellen. Das Beispiel zeigt, dass man die Komplexität des menschlichen Lebens nicht mit Hilfe eines einfachen Modells erfassen kann.

Wie wir heute wissen, war der Versuch von Pearl damals schon eine moderne Version der „Mission impossible“. Die Erkenntnis dazu erfolgte erst mit der Weiterentwicklung der Mathematik in den 1960-1970 Jahre. Mit der iterativen Lösung von nichtlinearen Differentialgleichungen gelang der Durchbruch zu neuen Erkenntnissen.

Als Meilenstein kann hier die Veröffentlichung von Robert M. May in 1974 gesehen werden. Auf der Basis der von dem Meteorologen Edward Lorenz 1963 entwickelten iterativen Lösung von nichtlinearen Differenzialgleichungen konnte May zeigen, dass, ausgehend von der logistischen Gleichung, siehe Gl. 5, eine ganze Klasse von ähnlichen Differenzialgleichungen, stets zu ähnlichen Lösungsmustern führte. Ein Beispiel dafür ist die Lösung einer ähnlichen Differenzialgleichung, die das Wachstumsverhalten von Heuschrecken qualitativ darstellt und die May in seiner Veröffentlichung in 1974 auch thematisiert:

$$N_{t+1} = N_t \cdot e^{(w \cdot (1 - N_t/K))}$$

Gl. 7

Heuschrecken, wie auch andere Insekten, verfügen teilweise über ein Wachstumsverhalten, bei dem sich die Generationen nicht überlappen, sondern sich in

diskreten Intervallen reproduzieren, z.B. in einer mehrjährigen Periode. Trotz einer chaotisch hohen Wachstumsrate w kommt es dann zu dem Phänomen, dass das Wachstum über mehrere Jahre bis Jahrzehnte hinweg faktisch bei null stehen bleibt, um dann periodisch regelrecht zu explodieren. Es entsteht ein Heuschreckenschwarm, der nach kurzer Zeit wieder zusammenbricht. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen derartigen Wachstumsverlauf nach Gl. 7.

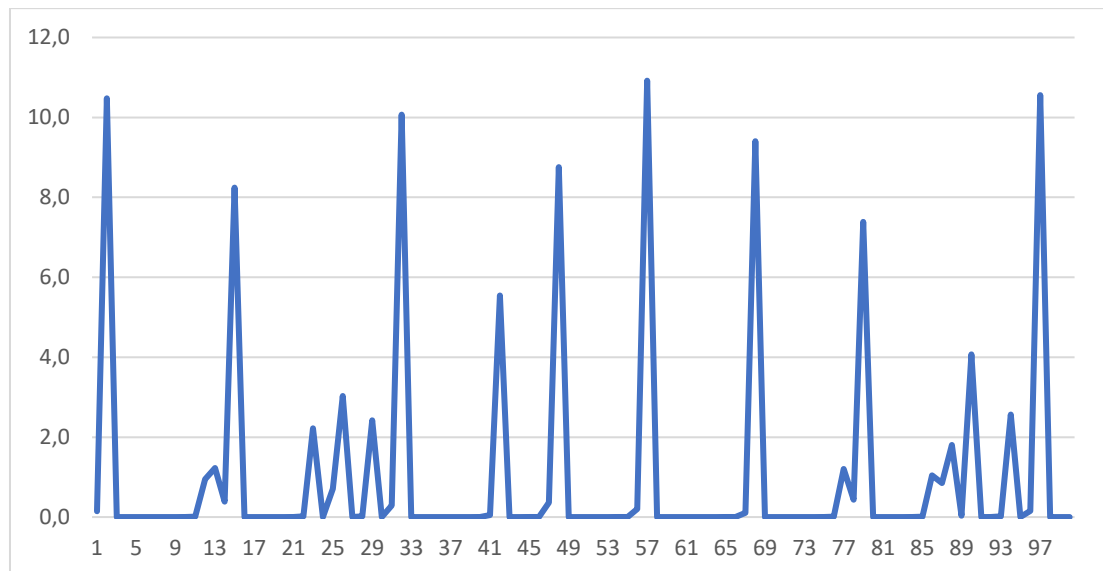


Abbildung 5.3: Wachstumszyklus von Heuschrecken mit einer chaotisch hohen Wachstumsrate

Ferner zeigt May, dass sich die Räuber-Beute-Dynamik nach Lotka-Volterra aus der Kombination zweier logistischer Gleichungen nach Gl. 5 ergibt und gibt das Kriterium an, ab dessen Unterschreitung eine der beiden Spezies, egal ob Räuber oder Beute, ausstirbt. Wird also eine Wachstumsgrenze überschritten, stirbt eine Population aus. Das Überschreiten einer Wachstumsgrenze kann bei gleichbleibendem Wachstum w auch durch das Reduzieren der Kapazitätsgrenze K erreicht werden.

Was haben die bisherigen Ausführungen mit der menschlichen Populationsdynamik zu tun?

Auch beim Bevölkerungswachstum ist die Kapazitätsgrenze der tragenden Natur zu beachten, ansonsten kommt es zur Krise.

Die Übersetzung dieses krisenhaften Verhaltens, des grenzenlosen und damit grenzüberschreitenden Konkurrenzdenkens und -handelns, in unser reales menschliches Leben bedeutet Gewalt bis hin zum Krieg, wenn ganze Gesellschaften oder Staaten gegeneinander antreten und sich bekämpfen. Anzustreben wäre demnach eine stationäre Bevölkerung im Bereich $1 < w \leq 2,5$.

Wenn wir uns die weltweite Bevölkerungsentwicklung ansehen, so ergibt sich zurzeit folgendes Bild:

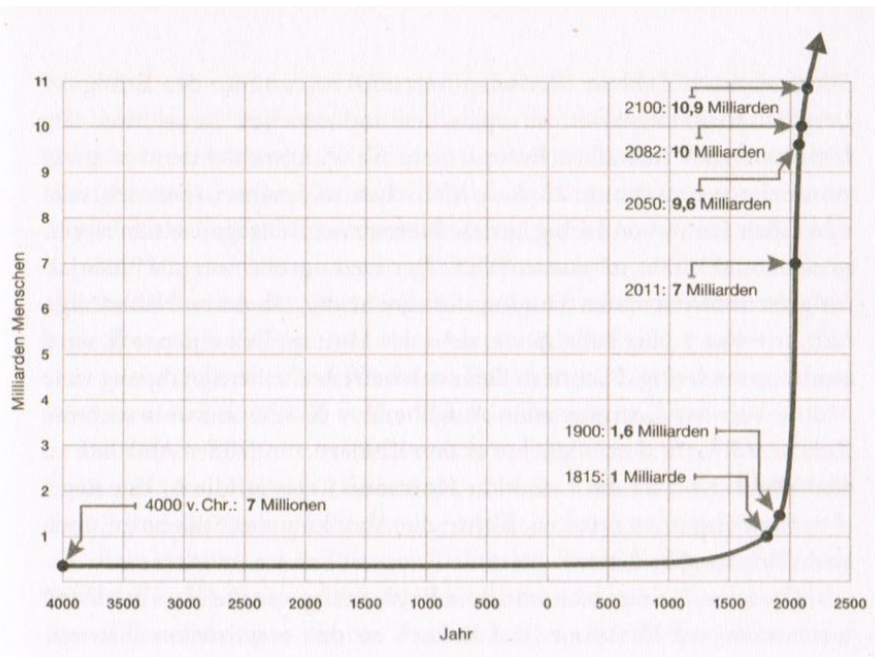


Abbildung 5.4: Die Bevölkerungsentwicklung ab 4000 vor Chr. extrapoliert bis 2100 nach Chr.

Wir erkennen ab dem Beginn des demografischen Überganges ca. 1500 nach Chr. ein exponentielles Bevölkerungswachstum. Begon spricht sogar von einem überexponentiellen Wachstum. (Begon et al. Ökologie, Springer 2017, S. 524) Wo läuft diese Entwicklung hin?

1. Befinden wir uns im unteren Teil des logistischen Wachstums, noch vor dem Wendepunkt hin zu einem langfristigen neuen und stabilen Gleichgewicht? Siehe die grüne Linie in der nachfolgenden Abbildung, die mit $w = 1,7$ gerechnet wurde.
2. Oder haben wir eventuell den Wendepunkt schon überschritten und streben auf die Kapazitätsgrenze $K = 1$ zu mit all den dann zu erwartenden Instabilitäten? Siehe die rote Linie in der nachfolgenden Abbildung, die mit $w = 4$ für die ersten 10 Iterationsschritte gerechnet wurde.

Die beiden Entwicklungsmöglichkeiten sind nachfolgend dargestellt.

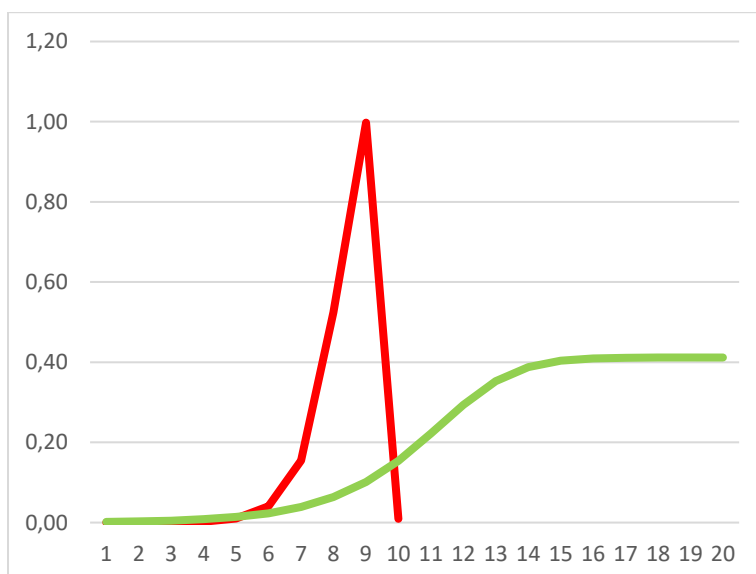


Abbildung 5.5: Welche Entwicklung nimmt die Weltbevölkerung, rot oder grün?

Die Frage ist nicht trivial, gibt es doch eine ganze Reihe von Beispielen aus der Menschheitsgeschichte die zeigen, dass Populationen ausgestorben oder deutlich geschrumpft sind, weil sie die spezifische Tragfähigkeit oder Kapazität K ihres Lebensraumes überschätzt oder überhaupt nicht berücksichtigt haben. Der Zusammenbruch der Maya ist ein gut dokumentiertes Beispiel dafür.

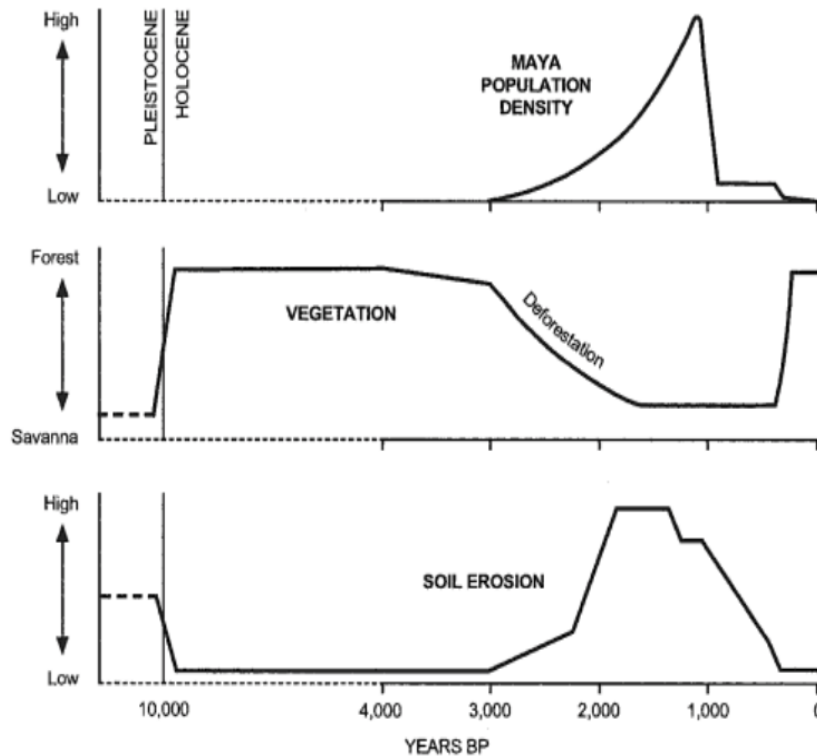


Abbildung 5.6: Aufstieg und Zusammenbruch der Maya nach Roser, M.

Nach einem exponentiellen Bevölkerungswachstum, das mit der entsprechenden Destabilisierung des Ökosystems durch Entwaldung und Bodenerosion einherging, ist die Bevölkerung dann innerhalb kürzester Zeit zusammengebrochen.

Diamond ist der Frage nachgegangen, warum Gesellschaften überleben oder untergehen, und zwar zum Teil innerhalb kürzester Zeit. Ein gut dokumentierter Zusammenbruch einer zunächst sehr erfolgreichen Population wird von der Osterinsel berichtet.⁴ Die Osterinsel in der Südsee ist bekannt durch die Statuen, die von den ehemaligen Bewohnern aufgestellt wurden. Die Osterinsel war vor der bewussten Besiedlung durch die Polynesier um 900 nach Chr. unbesiedelt und als komplett bewaldete Insel ein Vogelparadies. Die Siedler entwickelten eine stetig wachsende Hochkultur, die in der Lage war, die Statuen, die mit der Zeit auch immer größer wurden, zu Hunderten zu errichten. Allerdings war diese Gesellschaft nicht in der Lage nachhaltig zu wirtschaften. Der Raubbau an der Natur entzog ihr ihre eigene Lebensgrundlage, d.h. die tragende Kapazität der Insel wurde durch den Menschen selbst zerstört, und die menschliche Population starb durch Krieg und Kannibalismus in der Folge nahezu aus. Die Entwicklung konnte unter anderem an Hand der in Abfallgruben gefundenen Speisereste ziemlich genau nachvollzogen werden. Die Osterinsel ist heute eine fast baumlose, nahezu wüstenhafte Vulkanlandschaft.

Die Bevölkerungsentwicklung lässt sich wie folgt darstellen. Sie beginnt mit der geplanten Besiedlung um ca. 900 nach Chr. Sie erreichte nach knapp ca. 8 Jahrhunderten um ca. 1650 ihren Höhepunkt. Kurz vor diesem Zeitpunkt war die Insel schon komplett entwaldet, es entstand Kannibalismus und Krieg unter der Bevölkerung, der zum Zusammenbruch führte. Im Jahr 1872 betrug die einheimische Bevölkerung nach mehreren eingeschleppten Pockenepidemien und der Verschleppung als Sklaven noch ca. 110 Menschen.

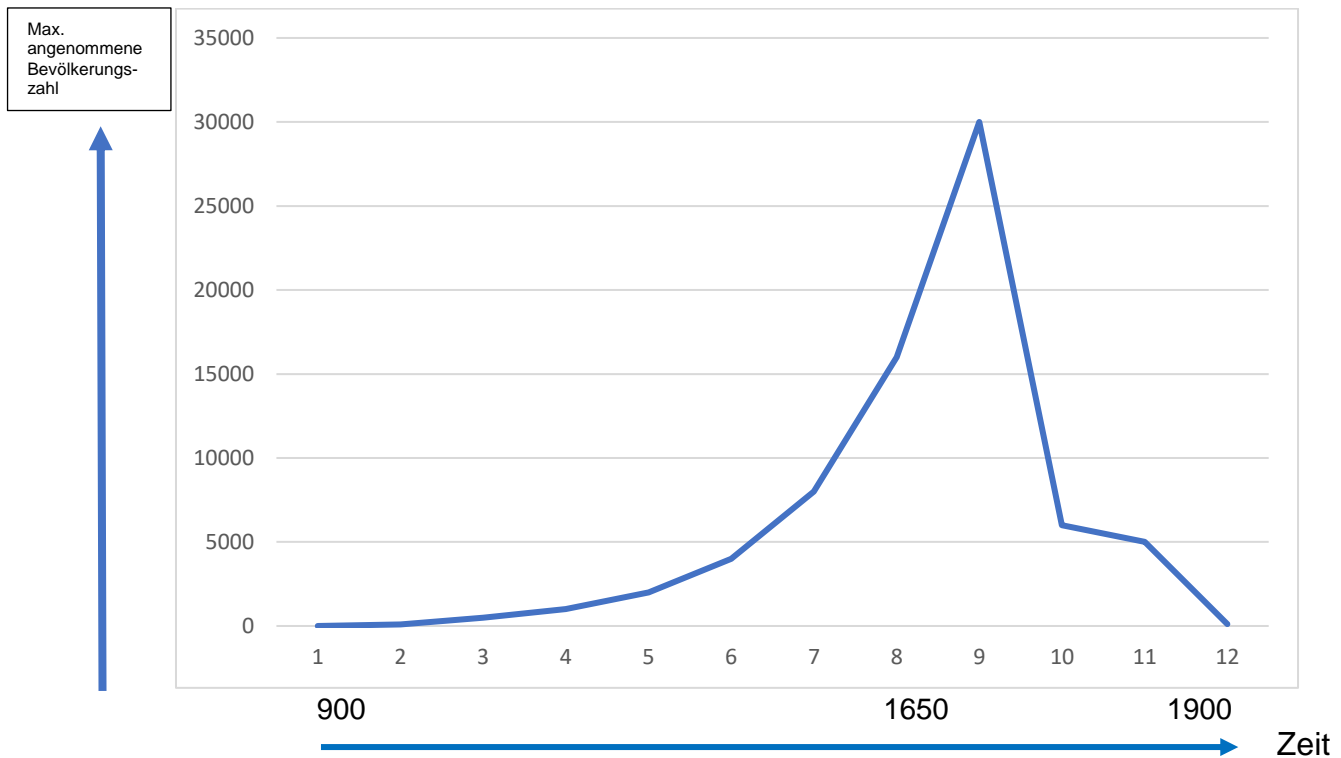


Abbildung 5.7: Die Besiedlung der Osterinsel ab 900 nach Chr. Wachstum und Zusammenbruch nach ca. 8 Jahrhunderten innerhalb eines Jahrhunderts auf ca. 10% des maximal erreichten Wertes.

Diamond führt noch eine ganze Reihe weiterer Beispiele dafür aus, dass Menschen ihre Umwelt durch eigenes Wachstum und Vernichtung der natürlichen Lebensgrundlagen überbeanspruchen und damit irreversibel schädigen. Infolge von Abholzung durch die Khmer wurde die Ebene von Angkor im Monsun immer stärker erodiert.⁵ Irgendwann konnte das ausgeklügelte Bewässerungssystem die notwendige Wasserversorgung nicht mehr sicherstellen, und die damalige Weltstadt Angkor verlor ihre Lebensgrundlage. Die gewaltigen Reste der mittelalterlichen Metropole Angkor in Kambodscha sind heute eine Touristenattraktion.

Es gibt aber auch Beispiele für ein ganz anderes Verhalten. Bevölkerungen überleben auch unter schwierigsten Umweltbedingungen, wenn sie, aus welchen Gründen auch immer, erkannt haben, dass sie ihre Bevölkerungszahl der natürlichen Kapazität K anpassen müssen.

Diamond⁶ : „Die Bürger von Tikopia bewohnen eine winzige Insel mitten im Pazifik und sind von sämtlichen Nachbarn so weit entfernt, dass sie in fast allem zu Selbstversorgern werden mussten, aber sie bewirtschafteten ihre natürlichen Ressourcen im Kleinen so gut und hielten ihre Bevölkerungszahl so streng unter Kontrolle, dass ihre Insel auch heute, nach 3.000 Jahren der menschlichen Besiedlung, noch produktiv ist.“

Es geht also auch anders!

Um ihre Bevölkerungszahl auf einem konstanten und stabilen Niveau zu halten, wurden von den Bürgern von Tikopia sieben Regulierungsmethoden angewendet:

1. Coitus interruptus
2. Abtreibung
3. Kindesmord
4. Enthaltbarkeit, Leben ohne Partner
5. Selbstmord
6. Bewusster Antritt einer gefährlichen Seereise, was einer Selbsttötung gleichkam
7. Krieg gegen andere Sippen

Die sieben Regulierungsmethoden stellten eine Art von Gesellschafts- und Familienplanung dar, die wir heute in der Form nicht mehr akzeptieren können.

Die britische Kolonialregierung verbot dann die Methoden 6 und 7. Die christlichen Missionare predigten gegen die Methoden 2, 3 und 5. „Dies hatte zur Folge, dass die Bevölkerung Tikopias zwischen 1929 und 1952 von 1278 (100%) auf 1753 (137%, Anmerkung des Autors: also mehr als ein Drittel) Menschen anwuchs. ... Heute begrenzen die Häuptlinge von Tikopia die Zahl der Menschen, die auf der Insel leben dürfen, auf 1115 (87%). Dies entspricht ungefähr der Bevölkerungszahl, die traditionell durch Kindestötung, Selbstmord und andere heute nicht mehr hinnehmbare Methoden aufrechterhalten wurde.“ Die %-Angaben wurden von mir in den zitierten Text eingepflegt.

Da eine große Anzahl der jungen Männer heute die Insel verlässt, stellt sich das Problem der Geburtenkontrolle nicht mehr so drängend wie früher.⁷

Man kann davon ausgehen, dass die Bevölkerung von Tikopia für ihre spezifische, natürliche, tragende Kapazität K eine optimale Populationsdichte einhält. Dies entspricht dem Bereich des logistischen Wachstums für $1 < w \leq 2,5$. Nach einer anfänglichen quantitativen Wachstumsphase wird der sich einstellende Grenzwert G eingehalten. Dies entspricht der grünen Wachstumskurve in Abbildung 5.5. Ein Bevölkerungsoptimum ist demnach immer dann gegeben, wenn die Bevölkerungszahl bezogen auf die natürliche Tragfähigkeit konstant bleibt. Diese Feststellung kann nur mit Kenntnis der tragenden Kapazität K getroffen werden, die sich natürlich auch ändern kann.

Bis jetzt hat die Menschheit die jeweils spezifische, tragende Kapazität K stets durch Versuch und Irrtum und zum Teil verbunden mit viel Leid ermittelt. Wir befinden uns weiterhin weltweit insgesamt im demografischen „Blindflug“, da es bis heute keine Tragfähigkeitsbetrachtung gibt, die den gesamten Naturhaushalt umfasst. Die aktuelle Diskussion über den menschlichen Fußabdruck geht zwar in die richtige Richtung einer Tragfähigkeitsbetrachtung, und Wackernagel stellt dazu 2016 die wesentliche, aber leider nicht vollständige Frage: „Wieviel Biokapazität braucht ein Mensch?“ Im Jahr 2011 betrug die Welt-Biokapazität pro Person 1,7 globale Hektar auf der Angebotsseite und 2,7 globale Hektar pro Person auf der Nachfrageseite.⁸ Damit befindet sich die Erde bereits seit 2011 mit ca. 50% im Bereich der Übernutzung, des Overshoot. Wie lange hält unser Versorgungsträger, die Erde, den Menschen in dieser Masse noch aus, bevor natürliche Korrekturmaßnahmen das Massenproblem lösen?

Das logistische Wachstum lehrt uns, dass ab einer Kapazitätsauslastung von ca. 60 % der stabile Bereich einer stationären Bevölkerung verlassen wird und der weniger stabile Bereich der Räuber-Beute Dynamik beginnt. Ab ca. 70% Kapazitätsauslastung beginnt der instabile Bereich des deterministischen Chaos. Wir wissen heute einfach zu wenig über die tragende Bio-Kapazität K unseres Versorgungsträgers Erde, um abschätzen zu können, wo wir überhaupt stehen. Hier liegt noch ein weiterer, wissenschaftlich zu erforschender, Bereich offen.

Die Frage von Wackernagel müsste vollständigshalber lauten: „Wieviel Bio-Kapazität benötigt das Leben insgesamt?“ Die Frage nach der Bio-Kapazität für einen Menschen stellt den Menschen ins Zentrum der Überlegungen. Aber der Mensch ist nur ein Teil der Natur aller Lebewesen, wie Pflanzen und Tiere, die den Planeten bevölkern.

„Beim Schimpansen und Menschen sind etwa 99,5% ihrer evolutionären Geschichte identisch, und doch betrachten die meisten menschlichen Denker die Schimpansen als ... irrelevantes Kuriosum, sich selbst aber als Vorstufen des Göttlichen.“⁹ Hier passt also etwas fundamental nicht zusammen. Um Abhilfe zu schaffen, stellt die amerikanische Philosophin Martha Nussbaum 2020 fest: „Die größte Herausforderung von allen: der Ausdehnung der kosmopolitischen Tradition auf die nichtmenschlichen Tiere und die Welt der Natur. Unter den philosophischen Schulen der griechischen Antike waren die Stoiker am wenigsten an den moralischen Ansprüchen nichtmenschlicher Tiere interessiert. Sie behandelten sie ohne Respekt, lehnten sämtliche Beweise für ihre komplexen Fähigkeiten ab und zeigten Gleichgültigkeit auch gegenüber ihrer Empfindungsfähigkeit. Wir müssen und können es besser machen.“¹⁰

Demzufolge brauchen wir eine Tragfähigkeitsbetrachtung, die allen Lebewesen auf der Erde Rechnung trägt. Davon sind wir noch sehr weit entfernt.

5.2. Der demografische Übergang

Kommen wir nochmals zurück zum demografischen Übergang. Der demografische Übergang ist ein Übergangsprozess, den nur der Mensch kennt. Weder bei Pflanzen noch bei Tieren wurde bis jetzt etwas Ähnliches beobachtet. Der Mensch passt sein generatives Verhalten während des Übergangsprozesses an neue Randbedingungen an. Diese veränderten Randbedingungen hat der Mensch durch sein Verhalten selbst geschaffen. Vor dem Übergang hat jede Frau im Schnitt sechs bis acht Kinder geboren, von denen allerdings nur zwei überlebten. Somit ist die Bevölkerung kaum oder nur marginal über längere Zeitabschnitte gewachsen. Es gab ca. 7 Millionen Menschen 4000 vor Chr. und ca. 500 Millionen 1500 nach Chr. Damit betrug das durchschnittliche Bevölkerungswachstum über 5500 Jahre ca. 0,08 %, faktisch ein Nullwachstum.¹¹ Die Gründe für den demografischen Übergang ab ca. 1500 liegen im Informations- und Bildungsbereich. Durch eine verbesserte Ernährung, bessere Hygiene, durch ein effektives und effizientes Gesundheitswesen konnte die Kindersterblichkeit deutlich gesenkt werden. Nachdem der Mensch festgestellt hat, dass fast alle gezeugten Kinder überleben, sinkt zeitverzögert um 2 bis 3 Generationen auch die Geburtenrate pro Frau bis auf ca. zwei Kinder, da für die eigene Altersversorgung pro Elternteil jeweils nur ein überlebendes Kind notwendig ist. Aus dem zeitlichen Auseinanderdriften zwischen weiterhin hoher Geburtenrate, allerdings schon sinkender Sterberate, ergibt sich ein exponentielles Bevölkerungswachstum, die sogenannte Bevölkerungsexplosion. Nach Abschluss des demografischen Überganges bekommt jede Frau im statistischen Mittel noch genau 2,1 Kinder, die dann auch überleben und sich wiederum fortpflanzen können.

Der demografische Übergang ist nachfolgend schematisch dargestellt.

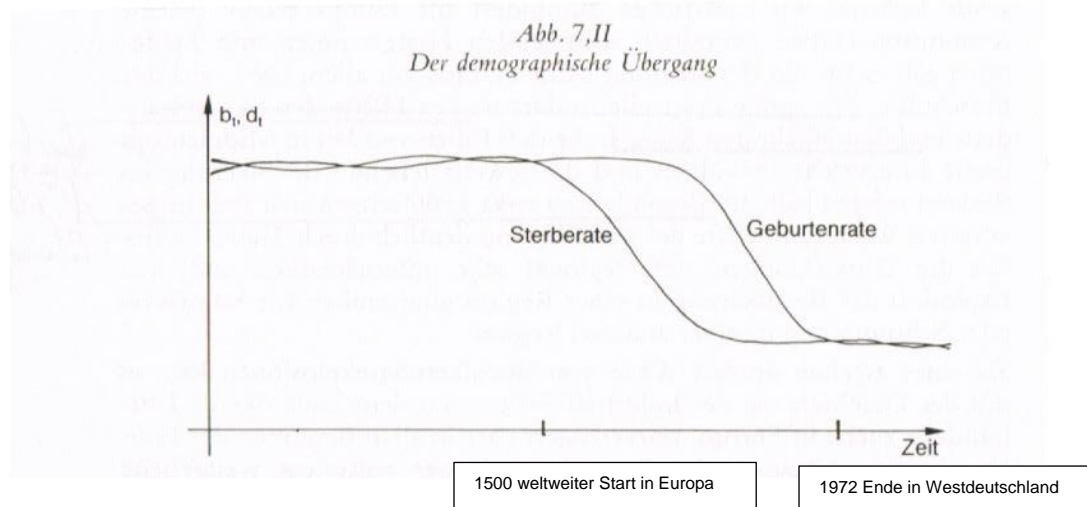


Abbildung 5.8: Schematische Darstellung des demografischen Überganges

Der demografische Übergang hat um ca. 1500 in Europa begonnen und führte ab diesem Zeitraum zur europäischen Expansion hinaus in die Welt. Der europäische Bevölkerungsüberschuss wurde weltweit exportiert, indigene Gesellschaften wurden durch die europäische militärische Übermacht unterjocht, ausgeraubt und/oder ausgelöscht. Und innerhalb Europas wurde der Bevölkerungsüberschuss für eigene Kriegszüge verwendet.

Die europäische Geschichte ab 1500 ist primär eine Kriegsgeschichte, beginnend mit dem Desaster des Dreißigjährigen Krieges von 1618 bis 1648, der Mitteleuropa um ca. 30 - 50% entvölkerte, und endend im letzten Jahrhundert mit den beiden Weltkriegen 1914 - 1918 und 1939 - 1945, die beide in Europa ihren Ausgangs- und Schwerpunkt hatten. Die beiden letzten Weltkriege haben in Europa, je nach Zählweise, ca. 60 bis 80 Millionen Menschenleben gekostet. In Anhang 12.11 ist eine entsprechende Kriegsbilanzierung enthalten, die zeigt, dass es von 1500 bis 2000 ziemlich genau 500 Jahre Kriegsgeschichte in Europa gab.

Dieses menschliche Verhalten, diese Tragödie, entspricht dem Räuber-Beute-Schema des logistischen Wachstums hin zum Bereich des chaotischen Verhaltens. Krieg ist Kollaps, Crash und Katastrophe. Das Räuber-Beute-Schema ist faktisch der Urzustand des Lebens, wir sehen diesen Zustand permanent im Pflanzen- und Tierreich: Der Eine frisst den Anderen, um sich zu ernähren und zu überleben. Auf dieser Erkenntnis beruht die Aussage von Hobbes (wiki, Bellum omnium contra omnes), dass der Krieg aller gegen alle, ein natürlicher Zustand sei. Oder die Formulierung von Clausewitz, dass der Krieg nur die Fortsetzung der Politik mit anderen Mittel sei. (wiki, Carl von Clausewitz). Das mag für Gestern gegolten haben. Wir wissen heute, dass beim Erreichen der jeweils notwendigen Tragfähigkeit ein kritischer, instabiler Bereich beginnt, den wir tunlichst vermeiden sollten, weil dann die Gewaltbereitschaft wächst.

Der demografische Übergang hat in Mitteleuropa, in Westdeutschland, 1972 seinen vorläufigen Abschluss gefunden. 1972 sankt die Überschussziffer der einheimischen Bevölkerung unter null und ist seitdem dort verblieben. Oder anders ausgedrückt: Die autochthone, sprich einheimische Frau gebiert in ihrem Leben nunmehr im statistischen Mittel weniger als 2,1 Kinder. 2,1 Kinder pro Frau sind im statistischen Mittel notwendig, um die Bevölkerungszahl einer Gesellschaft konstant zu halten. Damit sind auch die

Immigranten nach Europa gemeint (u.a Doug Saunders. Die Völkerwanderung. Arrival City. Pantheon, S. 47f). Im Durchschnitt hat sich der Immigrant in der 3. Generation an das generative Verhalten seines neuen Heimatlandes angepasst. Damit schrumpft die einheimische deutsche Gesellschaft seit nun fast 50 Jahren. Die aktuellen Zahlen aus dem Statistischen Jahrbuch 2019 und Vorgängerversionen sind in Anlage 12.9 aufgelistet.

Dieses Schrumpfen ist ein äußerst positiver Effekt, ein Gesundwachsen, nachdem ein Bevölkerungsmaximum überschritten wurde. Andere westliche Gesellschaften zeigen das gleiche generative Verhalten. Der demografische Übergang gilt weltweit für alle Gesellschaften, die sich in unterschiedlichen Phasen des Überganges befinden und hat, analog dem logistischen Wachstum, den Charakter eines Naturgesetzes.

Wohin dieser Schrumpfungsvorgang führt, ist meines Erachtens nicht offen, sondern er führt hin zur optimalen Populationsdichte einer stationären Bevölkerung. Jede Landschaft hat ihre eigene, ganz spezifische Tragfähigkeit für alle Lebewesen, die auf ihr leben. Dabei ist es unerheblich, ob es sich bei diesen Lebewesen um Pflanzen, Tiere oder Menschen handelt. Dies werden wir Menschen lernen müssen, wenn wir harmonisch im Einklang mit der Natur leben und überleben wollen.

Ab dem Beginn des demografischen Überganges rottet der Mensch andere Lebewesen im gleichen Maß aus, wie er sich selbst exponentiell vermehrt. Dahinter liegt eine einfache Relation. Jeder Mensch benötigt eine spezifische Fläche oder tragende Kapazität K für sein Leben, für Behausung, Landwirtschaft, Infrastruktur etc. Da die Oberfläche bzw. die tragende Kapazität K der Erde konstant ist, fehlt diese Fläche bzw. tragende Kapazität K den anderen Lebewesen, die dann exponentiell weichen müssen. Die folgende Darstellung zeigt diese Fehlentwicklung.

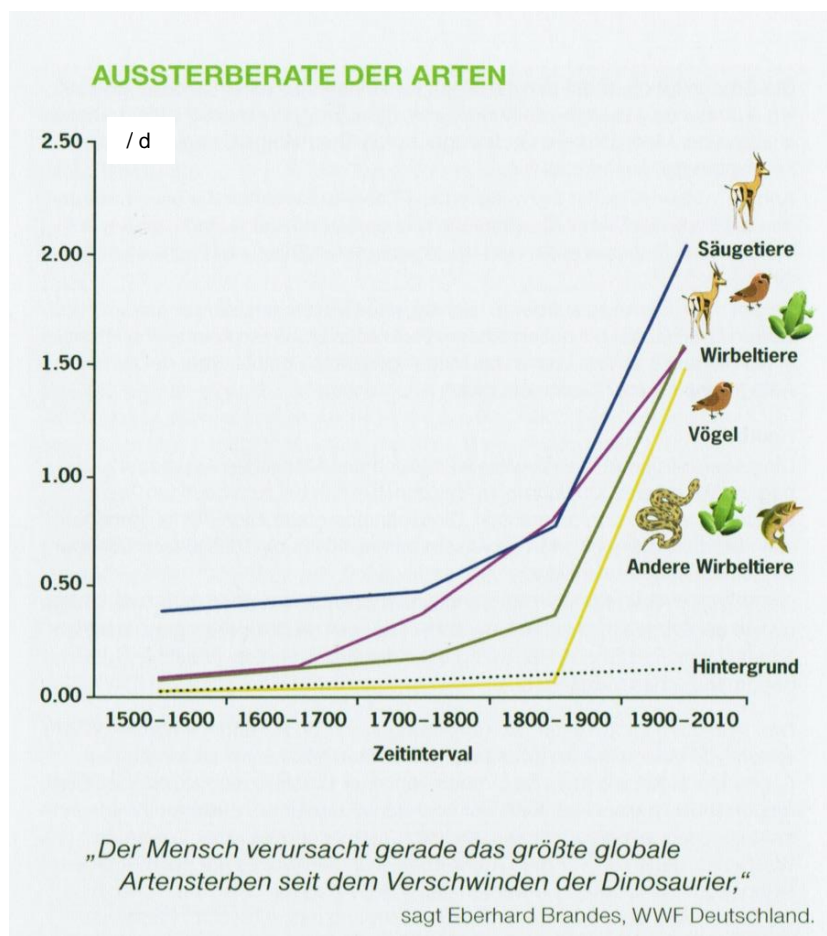


Abbildung 5.9 Qualitative Aussterberate der Arten nach Lesch ¹²

5.3. Die optimale Populationsdichte

Die Frage nach dem Bevölkerungsoptimum bzw. der optimalen Populationsdichte ist nicht neu. Hierzu einige relativ aktuelle Aussagen zum Thema in ihrer zeitlichen Reihenfolge

Sauvy 1966: "The Optimum Population. >If there is such a thing as over-population and such a thing as under-population, it follows that between the two must be a thing as just the right population <."¹³

Konrad Lorenz 1968: "Was uns fehlt sind ausreichende wissenschaftliche Untersuchungen, wo beim Menschen die Toleranzgrenzen liegen, was bei unserer eigenen Art als > optimale Wohn- und Siedlungsdichte < und was als optimale Weltbevölkerungszahl anzusehen wäre. Sicher ist nur, dass wir alle tragbaren Grenzen längst überschritten haben."¹⁴

Timofeeff-R. 1977: "Für jede Population existiert eine spezifische, optimale Individuendichte ... Es kann angenommen werden, dass sich in der Natur alle Populationen über mehr oder weniger lange Zeit im Zustand einer optimalen Besiedlungsdichte befinden."¹⁵

Remmert 1989: "Zweifellos gibt es ein Optimum – weder eine zu geringe Dichte noch eine zu hohe Dichte ist optimal. Die Definition dieses Optimums ist jedoch schwierig."¹⁶

Dinkel 1989: „Obwohl viele Fortschritte der wissenschaftlichen Demographie im deutschen Sprachraum gemacht wurden... ist diese Tradition völlig abgebrochen.... Wegen ihrer Nähe zur Rassenhygiene des III. Reiches wurde die Beschäftigung mit demographischen Fragestellungen aller Art nach 1945 in der Bundesrepublik ... tabuisiert.... Bei praktisch allen demographischen Fragestellungen werden automatisch wachsende Bevölkerungen unterstellt. Bevölkerungsschrumpfung wird vermutlich vor allem deshalb nur selten behandelt, weil so eine solche Entwicklung als zu unrealistisch angesehen wird. Gerade die jüngste bundesdeutsche Bevölkerungsgeschichte bietet aber Anlass genug, sich über diesen Fall Gedanken zu machen.“¹⁷

Roskamm 2011: „Als ein Ergebnis des epistemologischen (= erkenntnistheoretischen) Rückblicks auf die verschiedenen Dichtediskurse kann damit festgehalten werden, dass in den meisten ... Zusammenhängen die theoretische Grundlagenforschung zur > Dichte < irgendwann beendet (oder doch zumindest deutlich eingeschränkt) wurde.“¹⁸

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, BBSR-Online-Publikation Nr. 02/2018: "Mal über Tabuthemen reden... – worüber nur hinter vorgehaltener Hand diskutiert wird." In der entsprechend zugrunde liegenden Tagung wurden 2016 unter anderem demografische Schrumpfungsprozesse thematisiert.¹⁹

Die sieben Aussagen zeigen zum einen die sachliche Notwendigkeit sich über eine optimale Dichte für Menschen Gedanken zu machen und zeigen auch auf, dass die Zeit für solche Gedanken jetzt auch gekommen ist. Man könnte es auch anders ausdrücken: Wie wollen wir uns als Menschen gegenüber dem Rest der Natur verhalten? Wollen wir Biodiversität oder nicht? Wir Menschen können das entscheiden, wobei die Frage noch nicht geklärt ist, ab welchem Vernichtungsgrad von Biodiversität das menschliche Leben und sein Wohlergehen selbst negativ beeinflusst wird.

Wie könnte man sich der schwierigen Definition einer optimalen Populationsdichte aus Sicht des logistischen Wachstums nähern? Da eine Tragfähigkeitsbetrachtung für alle Lebewesen auf der Erde nicht vorhanden ist, ergibt sich die Möglichkeit sich durch

Vergleiche und Analogien der optimalen Populationsdichte zu nähern. Dazu werden insgesamt drei Vergleiche angestellt.²⁰

5.3.1. 1. Vergleich, historischer Ansatz

Wenn wir die globale Bevölkerungsentwicklung betrachten, so ergab sich zwischen 10.000 vor Chr. und 1500 nach Chr. ein langer Zeitbereich, in dem die Bevölkerung nur ganz langsam gewachsen ist. Mit dem Übergang vom Leben als Jäger und Sammler zur agrarischen Lebensweise im Rahmen der neolithischen Revolution ging in allen Teilen der Erde eine 1. Bevölkerungsexplosion einher²¹. Das heißt, es wurde ein Gleichgewichtszustand 1 als Jäger und Sammler durch ein begrenztes Wachstum verlassen und ein Gleichgewichtszustand 2 durch die sesshafte Lebensweise erreicht. Wir unterstellen, dass dieser Gleichgewichtszustand 2 über längere Zeiträume einer stationären Bevölkerung entsprach. Man kann für den Gleichgewichtszustand 2 Populationsdichten für Mitteleuropa für den Zeitraum von 1500 bis 1700 recherchieren, sie liegen bei ca. 24 Menschen pro km². Damit hätten wir einen ersten Näherungswert durch Vergleich ermittelt.

Auch die Dokumentation des aktuellen Artensterbens beginnt üblicherweise mit dem Jahr 1500, mit dem Start des demografischen Überganges und der damit einhergehenden europäischen exponentiellen Expansion. Dies wäre ein Hinweis dafür, dass der Mensch zumindest mit dem restlichen Leben auf der Erde vor 1500 in einer Art friedlicher Koexistenz gelebt hat.

5.3.2. 2. Vergleich, ein aktueller europäischer Vergleich

Betrachtet man die europäischen Staaten, so ergeben sich erhebliche Unterschiede in Bevölkerungsdichte, Wirtschaftsleistung und Lebenszufriedenheit. Die nachfolgende Tabelle enthält 39 europäische Staaten mit folgenden vier Informationen:

- Einwohnerdichte 2010
- Wirtschaftsleistung ausgedrückt als Bruttoinlandsprodukt (BIP) 2009
- Ranking der Zufriedenheit aus dem World Happiness Report 2016
- Die Länder, die eine Happiness $\geq 7,0$ erreichen, sind grün hinterlegt

lfd. Nr.	Land	Einwohner / km ²	BIP US \$/ Einwohner	World Happiness Report, Ranking min. 0 max. 10	Bemerkungen
		2010	2009	2016	
1	Island	3	37.977	7,5	
2	Russische Föderation	8	8.694	5,9	
3	Norwegen	13	79.085	7,5	Ölexport
4	Finnland	16	44.492	7,4	
5	Schweden	21	43.986	7,3	
6	Estland	30	14.267	5,5	
7	Lettland	35	11.607	5,6	
8	Weißrussland/Belarus	46	6.235	5,8	
9	Litauen	50	11.172	5,8	
10	Irland	65	51.356	6,9	
11	Bulgarien	68	6.223	4,2	
12	Bosnien + Herzegowina	73	4.279	5,2	
13	Ukraine	75	2.542	4,3	
14	Kroatien	78	14.243	5,5	
15	Mazedonien	79	4.482	5,1	
16	Griechenland	85	29.635	5,0	
17	Rumänien	89	7.542	5,5	
18	Spanien	90	31.946	6,4	
19	Zypern	95	32.161	5,5	
20	Türkei	97	8.723	5,4	
21	Slowenien	100	24.417	5,8	
22	Österreich	100	45.989	7,1	
23	Ungarn	107	12.927	5,1	
24	Slowakei	110	16.282	6,1	
25	Albanien	110	3.825	4,7	
26	Serbien	112	5.809	5,2	
27	Frankreich	114	42.747	6,5	
28	Portugal	117	21.408	5,1	
29	Polen	122	11.288	5,8	
30	Dänemark	127	56.115	7,5	
31	Tschechische Republik	132	18.557	6,6	
32	Schweiz	184	67.560	7,5	Steuerparadies
33	Luxemburg	190	104.512	6,8	Steuerparadies
34	Italien	199	35.435	6,0	
35	Deutschland	230	40.875	7,0	
36	England	255	35.334	6,7	
37	Belgien	350	43.533	6,9	
38	Niederlande	446	48.223	7,3	
39	Malta	1.297	19.111	6,5	

Tabelle 5.1: 39 europäischen Staaten absteigend nach Einwohnerdichte sortiert ²²

Man erkennt die deutliche Lebenszufriedenheit der Bürger der skandinavischen Staaten als Spitzengruppe. Offensichtlich ist ein stabiles politisches System, das sich in einem guten BIP-Wert in der Größenordnung von 40.000 - 60.000 US \$ ausdrückt einerseits, und eine geringe Bevölkerungsdichte andererseits dafür ausschlaggebend. Alle Staaten, die über ein spezifisches BIP > 60 T€ verfügen, sind Steuerparadiese.

Eine Ausnahme ist in Norwegen gegeben, hier trägt der Ölexport zum günstigen BIP-Wert bei.

Auch die schwache Ungleichheit beim Arbeitseinkommen und die mittlere Ungleichheit beim Kapitalbesitz spricht für die skandinavischen Länder.²³

Eine höhere Bevölkerungsdichte führt üblicherweise nicht zu einer Zunahme der spezifischen Wirtschaftsleistung. Man könnte doch annehmen, dass eine höhere Bevölkerungsdichte durch engere Kommunikation zu Synergien und / oder Vernetzungen führt, die sich wirtschaftsfördernd auswirken. Vergleicht man zum Beispiel Schweden an Pos. 5 mit Deutschland an Pos. 35, so führt eine 11fach höhere Bevölkerungsdichte zu keiner signifikanten Steigerung der Wirtschaftsleistung. Nimmt man die Niederlande noch dazu, so ist auch bei einer 21fachen Bevölkerungsdichte kein signifikanter Zuwachs der spezifischen Wirtschaftsleistung, ausgedrückt in BIP, festzustellen.

Andererseits kompensiert offensichtlich eine gute bis sehr gute politische und damit wirtschaftliche Gesamtsituation die Nachteile einer hohen Bevölkerungsdichte in Hinsicht auf die Lebenszufriedenheit, wie die Länder Dänemark, Schweiz, Deutschland und die Niederlande zeigen.

Zusammenfassend würde ich die skandinavischen Staaten als ein Optimum aller drei Parameter, Bevölkerungsdichte, Wirtschaftsleistung und Lebenszufriedenheit ansehen. Damit wäre mit Schweden ein zweiter Vergleichswert mit einer Bevölkerungsdichte von ca. 21 Menschen pro km² gegeben.

5.3.3. 3. Vergleich, vergleichende Verhaltensforschung

Der Zerfall des sozialen Verhaltens durch Überbevölkerung ist in Tierexperimenten hinlänglich untersucht und beschrieben worden, siehe z.B. Kälin.

Bei extrem hohen Wachstumsraten bzw. Dichten tritt der Fall eines chaotischen Verhaltens ein, sodass eine Tierpopulation trotz bester Versorgungslage tatsächlich plötzlich ausstirbt.

Kälin hat dann Versuche mit Kindern im Alter von 4 bis 6 Jahren durchgeführt, um festzustellen, ob die oben in Tierversuchen gewonnenen Ergebnisse qualitativ auch auf Menschen übertragbar sind. Diese Versuche wurden natürlich mit der gebotenen Vorsicht vorgenommen, wie man seiner Beschreibung entnehmen kann. Er stellt dann zusammenfassend fest:

„Ausgehend von den ... diskutierten tierpsychologischen Untersuchungsergebnissen wurden die Hypothesen formuliert, dass zunehmende Populationsdichte innerhalb eines begrenzten Raumes bei Kindern zu einer Zunahme der aggressiven Manifestationen führe ... Die vorliegende experimentelle Untersuchung ergab eine statistisch gesicherte Zunahme aggressiver Manifestationen bei zunehmender Dichte der Individuen in einem begrenzten Raum, wenn keine Ausweichmöglichkeiten bestehen.“²⁴

Konrad Lorenz stellt zu dem Thema fest: „Fast fünf Jahre in Kriegsgefangenenlagern lehrten mich, dass überbevölkerte menschliche Gemeinschaften die Symptome von überbevölkerten Wolfs-, Katzen-, Ziegen-, Mäuse-, Ratten- oder Kaninchengemeinschaften bis ins letzte Detail widerspiegeln.“²⁵

Es stellt sich die Frage, ob es quantitative Dichteangaben von Primaten gibt, bei denen ein noch friedliches und sozial gesichertes Verhalten festgestellt werden kann. Die

Recherche nach Populationsdichten bei Primaten, also bei Schimpansen, Bonobos, Orang-Utans und Gorillas, führt zu dem Ergebnis von maximal 12 Individuen pro km². Als Hypothese, auch wenn es eine gewagte ist, könnte auch für den Menschen eine optimale menschliche Populationsdichte von 12 Menschen/km² postuliert werden.

Hier sei noch ein Nachwort zu diesem sicherlich kritischen Thema zugelassen. Der Mensch hat im Tierreich genetisch ganz nahe Verwandte. Nach Kluge kann die genetische Übereinstimmung und Distanz zum Menschen bei den vier Großen Menschenaffenarten wie folgt angegeben werden.

Große Menschenaffen	Homo sapiens sapiens	Genetische	
		Übereinstimmung	Distanz
Orang-Utan (<i>Pongo pygmaeus</i>)	Mensch	96,4 %	3,6 %
Gorilla (<i>Gorilla gorilla</i>)	Mensch	97,7 %	2,3 %
Schimpanse (<i>Pan troglodytes</i>)	Mensch	bis 99,4 %	0,6 %
Bonobo (<i>Pan paniscus</i>)	Mensch	bis 99,4 %	0,6 %

Tabelle 5.2: Genetische Übereinstimmung und Distanz bei den vier Großen Menschenaffenarten und dem Menschen, Darstellung entnommen aus Norbert Kluge, Beiträge zur Sexualwissenschaft und Sexualpädagogik, 2008

Bei Bonobos und Schimpansen liegt die Übereinstimmung also bei 99,4%! Wir sollten das oben vorgestellte Dichteergebnis nicht auf die leichte Schulter nehmen. Die Menschenaffen leben in sozial organisierten Gesellschaften wie wir und kennen auch den Einzelmord an Ihresgleichen. Aber die menschliche Ausartung des Einzelmordes, also den Massenmord als Krieg, das Abschlachten von Menschen durch Seinesgleichen zu Hunderten, Tausenden und Hunderttausenden, das kennen die Menschenaffen nicht.

Das sollte uns zu denken geben!

Vielleicht liegt es auch an der geringen Dichte, in der die Menschenaffen leben und somit möglichen Konflikten, die sich ja oft aus zu enger Nachbarschaft entwickeln, von vornherein aus dem Wege gehen. Vielleicht hat hier die Natur den Primaten durch das Leben in geringer Dichte ein Regulativ mitgegeben, das dem Massenmord entgegenwirkt.

Abschlussbemerkung: Die Bionik (Bio-logie + Tech-nik) als interdisziplinäres Forschungsfeld beschäftigt sich mit der Übertragung von technischen Lösungen der Natur auf die menschengemachte Technik. Warum sollten wir Menschen Ergebnisse der Evolution im sozialen Bereich anderer Lebewesen, zum Beispiel vom Sozialleben der Menschenaffen, nicht auch als mögliches Optimierungspotenzial für unser menschliches Sozialleben in Betracht ziehen?

5.3.4. Zusammenfassung der angestellten Vergleiche

Es gibt für die Anzahl der Menschen auf Erden eine Grenze des Wachstums, die wir nicht überschreiten dürfen und optimale Werte, die wir anstreben sollten. Der Mensch ist Teil der Natur und braucht die ihn tragende Natur zum Überleben. Der Mensch ist nicht die Krone der Schöpfung, sondern ein Teil von ihr und hat die Aufgabe, im eigenen Überlebensinteresse seine natürliche Umgebung zu pflegen und zu bewahren. Dazu gehört auch die Selbstbeschränkung und friedliche Reduzierung seiner Anzahl, da der menschliche Populationsdruck bereits dazu geführt hat, dass eine Vielzahl von anderen Lebewesen ausgerottet wurde.

Anhand von Vergleichen kann gezeigt werden, dass eine optimale Populationsdichte für Menschen wahrscheinlich im Bereich von 12 bis 24 Menschen pro km² liegt. Es sollten allerdings auch für jede Landschaft Bereiche ausgewiesen werden, die nicht besiedelt, sondern menschenfrei bleiben sollten, damit sich die Natur dort ungestört vom Menschen weiterentwickeln kann.

Damit ergibt sich der optimale Dichtebereich von 0 – auf 12 – bis 24 Menschen pro km².

Die diskutierten Annahmen sind Anregungen selbst über das Thema der optimalen Populationsdichte für Menschen nachzudenken. Wahrscheinlich ist es notwendig für jede Natur- und auch Kulturlandschaft individuelle optimale Dichtebereiche zu diskutieren und friedlich anzustreben.

5.4. Zurück ins Paradies, eine populationsdynamische Utopie?

Die nachfolgenden Ausführungen und Zitate sind aus „Das Tagebuch der Menschheit. Was die Bibel über unsere Evolution verrät“ von van Scheik & Michel entnommen.

„Mit dem Ende der Eiszeiten vor gut 15.000 Jahren verwandelten sich viele Landstriche in jener als Fruchtbare Halbmond bekannten Weltgegend zwischen Nil im Westen und Euphrat und Tigris im Osten in eine Art Schlaraffenland. Herden von Antilopen und Gazellen, von wilden Pferden und Rindern bevölkerten die Weiten des Graslandes. Die Menschen mussten nicht mehr als Jäger und Sammler umherziehen. In festen Lagern lebend konnten sie den Überfluss genießen.“²⁶

Vieles deutet darauf hin, dass die Überjagung die Tierbestände einbrechen ließ und die Menschen als Alternative das Sesshaftwerden als Bauern als neue Überlebensstrategie erfanden.

Die biblische Geschichte von Vertreibung aus dem Paradies spiegelt diesen Übergang vom Leben als Jäger und Sammler zum Sesshaftwerden und damit zum Leben als Bauern wider. Die Essenz der Paradies-Geschichte ist damit die Annahme, dass die Menschen ursprünglich einmal anders lebten als später - und zwar besser. Die Paradies-Erzählung berichtet von einer Verschlechterung des Daseins.

Warum brachte das Dasein als sesshafter Bauer eine Verschlechterung mit sich? Dafür gibt es eine ganze Anzahl von Gründen, von denen die vier wichtigsten aufgeführt werden.

1. Die Erfindung des Eigentums

Der wichtigste Grund ist die Herausbildung des Begriffes vom Eigentum. Die Gesellschaft der Jäger und Sammler kannte den Begriff des Eigentums nur in sehr begrenztem Umfang. Das, was man am eigenen Körper trug und selbst tragen konnte, war persönlicher Besitz und Eigentum. Die Tiere, die man jagte, und die Pflanzen, deren Früchte man sammelte, waren Allgemeingut, und es war gute Sitte die gesammelten oder erbeuteten Nahrungsmittel in der Gruppe zu teilen. Erst mit dem Sesshaftwerden wurde der Acker, das Feld, das der Bauer bewirtschaftete, zum Eigentum, das geschützt werden musste. Und zum Schutz brauchte man Krieger, also Söhne, die stark genug waren, das Feld, das Eigentum zu verteidigen. Das Bild in der Bibel, „von diesem Baum darfst du keine Früchte essen“, spiegelt diesen Vorgang wider.

2. Die Zunahme der Gewalt

Als Folge des Sesshaftwerdens stieg die Gewalt zwischen den Menschen, da nun jeder sein Eigentum verteidigen musste und die Populationsdichte deutlich anstieg. Der Evolutionspsychologe Steven Pinker schreibt die „atemberaubende Grausamkeit“ der alttestamentlichen Welt.²⁷

3. Das Patriarchat beginnt

Man kann davon ausgehen, dass in der Gesellschaft der Jäger und Sammler Frauen und Männer gleichgestellt waren. Dies lässt sich aus den Funden aus der Urgeschichte ableiten: Im Jungpaläolithikum, das war die Zeit von vor ca. 40.000 bis ca. 10.000 Jahren, dominieren die Frauenplastiken, z. B. die bekannte Venus von Willendorf, die eine wohlbeleibte Frau darstellt.²⁸ Bei den Höhlenbildern überwiegen Darstellungen von Männern²⁹.

Nancy M. Tanner beschreibt in „Wie wir Menschen wurden. Der Anteil der Frau an der Entstehung des Menschen“ den naturgesetzlichen Anteil der Frau in der Entwicklung vom Primaten zum Menschen, der in der bisherigen Rekonstruktion des Soziallebens unserer Vorfahren, der Menschenaffen und frühen Hominiden nicht berücksichtigt wurde. Sie betont den entscheidenden Anteil der Frau bei der

Nahrungsbeschaffung. Die Nahrungsmittelbilanz der Jäger und Sammler war wahrscheinlich nicht üppig. Die Frauen waren wegen ihrer Schwangerschaften demnach deutlich motiviert Nahrung zu suchen und zu finden, so dass man davon ausgehen kann, dass diese Gesellschaften 50% ihrer Mitglieder, nämlich die Frauen, zum Überleben auch brauchten. Sie mussten zum Überleben als vollwertiges Gesellschaftsmitglied ihren Beitrag wie die Männer leisten und waren demnach auch emanzipiert. Mit dem Sesshaftwerden änderte sich die Nahrungsmittelbilanz drastisch. Die Gesellschaften konnten sich es jetzt leisten, die Frauen "hinter dem Herd zu verstecken" und zu unterdrücken.

Wir müssen davon ausgehen, dass die wissenschaftliche Arbeit vor dem Beginn der Emanzipation der Frau insgesamt stets durch die männliche Sicht geprägt wurde und weibliche Anteile im Zweifelsfall negierte oder kleinredete.

Wir können auch noch einen Schritt weiter zurückgehen: „Der Primatologe Franz de Waal hat gezeigt, dass sogar Menschenaffen gerecht, kooperativ und empathisch handeln.“³⁰

Mit dem Sesshaftwerden wurden die Frauen zur Handelsware, die von einem Feldeigentümer zum nächsten Feldeigentümer geschickt oder verkauft wurden, da der Sohn aus Verteidigungsgründen zu Hause blieb oder bleiben musste.

Das heutige, weitverbreitete Erbrecht, demzufolge der erstgeborene oder älteste Sohn den Hof übernimmt, ist ein Relikt aus dieser Zeit. Ungleichheit und Unterdrückung nahmen dadurch zu, da die restlichen Kinder leer ausgingen. Die neue, eigentumsbasierte Gesellschaft setzt voll Wachstum und auf Konkurrenz.

4. Zunahmen von Krankheiten

Als begonnen wurde Tiere zu domestizieren, sprangen Krankheitserreger von Haustieren auf die Menschen über. Pest, Pocken, Karies, Masern, Grippe und Cholera machten sich erstmals über die Menschen her.³¹ Die neolithische Revolution ist auch die Geburtsstunde der Sodomie (= Geschlechtsverkehr mit Tieren), was die Zahl der sexuell übertragbaren Krankheiten vervielfachte. Im Alten Testament wurde wiederholt die Sodomie als todeswürdiges Verbrechen angeprangert.³²

Die vier aufgeführten Gründe zur Verschlechterung der Lebensumstände lagen mehr im sozialen Raum, dem sich die Menschen als neue Randbedingung stellen mussten. Trotzdem hat die verbesserte Nahrungsenergiebilanz durch das Sesshaftwerden zu einer ersten Bevölkerungsexplosion geführt. Eine Abschätzung dafür kann nachfolgender Tabelle entnommen werden.

	Zeitpunkt	Dichte (Einwohner/km ²)	Bemerkung
1	2.000.000 v. C.	0,004	Vormensch
2	300.000 v. C.	0,016	Homo erectus
3	25.000 v. C.	0,038	Jäger und Sammler Gesellschaft
4	6.000 v. C.	1,000	Landwirtschaft betreibende Gesellschaft
5	1.750 n. C.	4,900	Start industrielle Revolution
6	1.950 n. C.	16,400	
7	2.000 n. C.	46,000	Prognose zum Stand 1971

Tabelle 5.3: Weltweite Bevölkerungsentwicklung, sinngemäß zitiert nach Howell, Stand 1971, S. 175

Zwischen der Jäger- und Sammler-Gesellschaft vor 25.000 vor Chr. und der Gesellschaft 6.000 vor. Chr., die als primär sesshafte, Landwirtschaft und Viehzucht betreibende Gesellschaft angesehen werden kann, liegt eine Dichteerhöhung um den Faktor 1,000/0,038

= ca. 26. Die aktuelle, zweite Bevölkerungsexplosion durch den demografischen Übergang ab 1.500 nach Chr. erhöht die relative Dichte wahrscheinlich nur um den Faktor ca. 9 (= $46,000/4,900$) bis 12 im Jahr 2100.

Eine bildhafte Darstellung für die Entwicklung der menschlichen Dichteverhältnisse wird im Neanderthal Museum bei Düsseldorf-Mettmann gezeigt. Es folgen vier Bilder aus der Ausstellung, die im zeitlichen Verlauf mit dem Heute beginnen und dann zurück in die Vergangenheit bis in den Bereich des Sesshaftwerdens gehen.

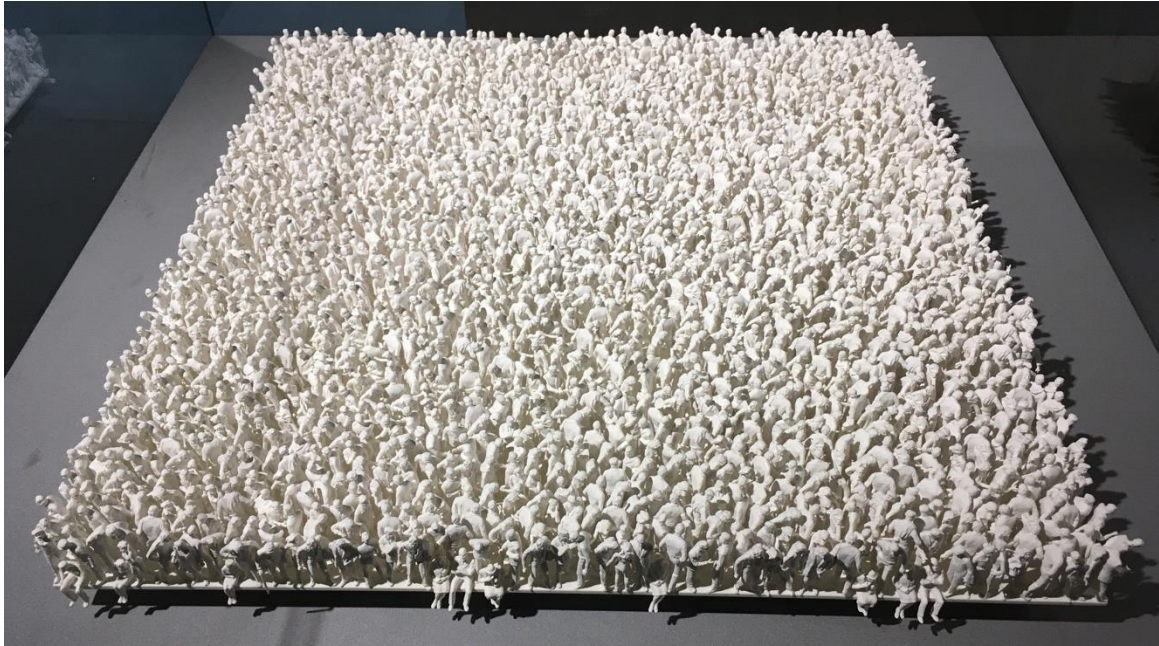


Bild 1: Heute



Bild 2: Jahr 1850



Bild 3: Jahr 0, d. h. vor ca. 2000 Jahren

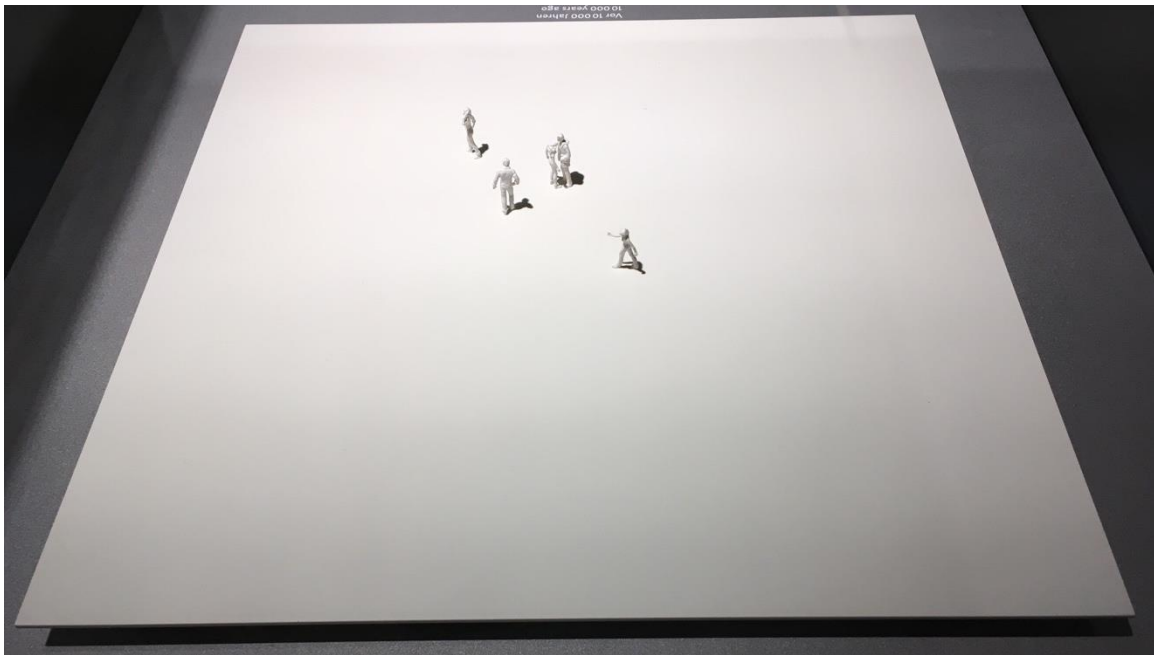


Bild 4: vor ca. 10.000 Jahren

Fassen wir zusammen: „Mit dem Sesshaftwerden wurden Probleme in die Welt gesetzt, die über extrem lange Zeiträume hinweg bestehen blieben, teils bis heute.“³³

Dazu gehören primär

1. Überbordende Gewalt gegen Andere und rücksichtsloses Konkurrenzdenken
2. Unterdrückung der Frau durch den Mann und
3. Krankheiten.

Um diesen Problemen zu begegnen, hat der moderne Mensch Lösungen gefunden, wie

1. Demokratie, Mitbestimmung und Rechtssicherheit
2. Gleichberechtigung der Frau durch Information und Bildung
3. Moderne Medizin

„Jene schicksalshafte Verhaltensänderung der Spezies Mensch im Rahmen der neolithischen Revolution ..., d. h. vor ca. 10.000 Jahren, versetzte uns in eine neue Welt, in eine Welt, für die wir nicht gemacht waren. Mit dem Sesshaftwerden, dem gewaltigen Populationswachstum, den höheren Bevölkerungsdichten und dem technischen Fortschritt konnte unsere erste, ursprüngliche Natur, das sind unsere angeborenen Gefühle, das Bauchgefühl, angeborene Reaktionen und Vorlieben, die sich über Jahrhunderttausende im Alltag kleiner Jäger- und Sammler-Gruppen hinweg entwickelt haben, nicht mithalten. Unsere reine Vernunft übernahm somit das Ruder, um unser Überleben zu sichern.

Die Konsequenz all dessen ist eine Art latentes Unbehagen in unserer menschlichen Kultur, das unterschwellige Gefühl, in einer verkehrten Welt zu leben, in der das ursprüngliche Bauchgefühl durch die reine Vernunft dominiert wird.“³⁴

Als weitere Lösungsmöglichkeit bietet sich die weitere Verringerung unserer Populationsdichte auf den unteren Bereich der oben beschriebenen optimalen Populationsdichte an.

Das heißt nicht, dass wir wieder Jäger und Sammler werden sollen. Aber wie oben gezeigt wurde, wird durch eine geringere Dichte höchstwahrscheinlich unsere Gewaltbereitschaft, die aus zu großer Dichte resultiert, und damit der Kampf um natürliche Ressourcen reduziert.

5.5. Ergänzung zum Kapitel 5 aufgrund der Coronakrise

Was würde ein Corona-Virus denken, wenn es denn denken könnte und sich selbst erkennen könnte, wie wir Menschen? Das ist natürlich eine rein hypothetische Frage. Man könnte sie dem Virus stellen. Und wie sähe dann die Antwort des Corona-Virus auf die menschliche Frage nach dem Warum aus?

Sich Gedanken über die Antwort des Virus zu machen wäre ein Versuch wert.

Wahrscheinlich würde es davon berichten, dass es nur ein Ziel hat, wie ein Krebsgeschwür: Wachsen und sich vermehren, so weit wie möglich, entsprechend den vorherrschenden Naturgesetzen auf der Erde.

Richard Dawkins hat in seinem Werk "Das egoistische Gen" die obige Antwort sehr pointiert vorgetragen. Das Leben begann danach aufgrund der vorherrschenden Differenzen in den Urmeeren durch Kopiebildung, eine Form der Selbstorganisation, einfacher chemischer Verbindungen, die mit der Zeit immer komplexer wurden und sich letztendlich zu den Genen entwickelten. Es gibt kleinste Genelemente, die sich über Jahrtausende nicht verändert haben, obwohl z.B. bei der geschlechtlichen Fortpflanzung jeder Chromosomensatz bei jeder Reproduktion immer wieder neu zusammengesetzt wird.

Die Kopien, sprich die Gene, oder die kleinsten gemeinsamen Teilmengen davon, suchen und suchen stets die besten Möglichkeiten zum Überleben. Dawkins bezeichnet die so entstandenen Lebewesen als Überlebensmaschinen für die ursprünglichen Kopien, die Gene. Welche Gestalt das Lebewesen letztendlich annimmt, ist somit unerheblich, der Kopieerfolg ist entscheidend. Damit stehen wir Menschen mit dem Corona-Virus auf der gleichen Stufe, beide dienen als Überlebensmaschinen dem gleichen Zweck, dem Kopieerfolg. Wer mehr Erfolg hat, lebt länger oder überlebt.

Ein Gen lässt sich somit als eine Einheit auffassen, die eine Vielzahl von Individuen als Überlebensmaschinen überlebt und damit faktisch unsterblich ist, ganz im Gegensatz zum individuellen Leben, das nur eine begrenzte Zeit währt. Das sind die Fakten.

Dawkins fasst ganz zum Schluss, auf der letzten Seite seines Buches den dazugehörigen Gedankengang zusammen: „Wir, das heißt unser Gehirn, sind ausreichend getrennt und unabhängig von unseren Genen, um gegen sie rebellieren zu können. Wie ich bereits sagte, tun wir dies immer dann im Kleinsten, wenn wir Empfängnisverhütung betreiben. Nichts spricht dagegen, uns auch im Großen gegen unsere Gene aufzulehnen.“³⁵

5.6. Anmerkungen Kapitel 5

1. Wikipedia, Malthusianism, Abruf 04.01.2020
2. Kingsland, S. 34
3. Putzger, S. 368
4. Diamond, S. 103ff
5. ebenda, S. 649ff
6. ebenda, S. 25, 357f
7. Wikipedia, Tikopia, Abruf ...
8. Wackernagel, S. 72
9. Dawkins, Das egoistische Gen, S. 27
10. Nussbaum, Kosmopolitismus, S. 26

11. Krätzig-Ahlert, S. 71
12. Lesch, S. 94,
13. Sauvy, S. 36
14. Lorenz, Konrad, S. 162
15. Timofeff, S. 48
16. Remmert, S. 131
17. Dinkel, S. 2 und S. 341
18. Roskamm, S. 341
19. BBSR, S. 3
20. Krätzig-Ahlert, S. 68ff. Die drei Vergleiche werden hier genauer beschrieben.

21. Dinkel, S. 60
22. Krätzig-Ahlert, S. 111f. Als Basis wird die Tabelle 11 verwendet und mit den Werten aus dem Happiness Report 2016, Tabelle 12, Spalte 5, verknüpft. Die Konstruktion der Ertragstragdichte war fehlerhaft und wird nicht weiterverfolgt.
23. Piketty, S. 326f
24. Kälin, S. 93f
25. Lorenz, Konrad, S. 162
26. van Scheik, S. 59.
27. ebenda, S. 299
28. Stone, S. 163
29. Figl, S. 93
30. Van Scheik, S. 303. In dem Zusammenhang wird folgende Lektüre empfohlen: Frans de Waal, Frans Lanting. Bonobos. Die zärtlichen Menschenaffen. Birkhäuser Verlag, 1997

31. van Scheik, S. 115
32. ebenda, S. 187
33. ebenda, S. 16
34. ebenda, S. 31f
35. Dawkins, S. 496

6. Das System Finanzwirtschaft

6.1. Einführung

Die Finanzwirtschaft ist ein künstliches, abstraktes System, das sich der Mensch selbst ausgedacht hat und das im Endeffekt zur Erfindung des Geldes und des Zinses geführt hat. Wir finden hierzu kein Pendant in natürlichen Systemen, wie z.B. der Landwirtschaft, Viehzucht, Gewerbe oder Industrie, alle Systeme, die mit natürlichen realen Subjekten und Objekten umgehen.

Die Finanzwirtschaft beschreibt ursprünglich das menschliche Verhältnis zwischen Gläubiger und Schuldner. Die Finanzwirtschaft, so wie sie sich uns heute darstellt, hat eine lange Geschichte, die kurz beschrieben werden soll. Als wesentliche Quelle dient dabei: "Schulden. Die ersten 5.000 Jahre" von Graeber.¹

6.2. Historischer Überblick

Der Homo sapiens sapiens hat sich um ca. 40.000 Jahren vor Chr. entwickelt.² Das Wirtschaftsleben der Menschen als nomadische Jäger und Sammler war zunächst durch Schuldwirtschaft geprägt. In den übersichtlichen kleinen Gesellschaften von maximal 150 Individuen (Dunbar-Zahl)³ produzierte jeder das, was er am besten konnte und ließ die anderen an den Resultaten seiner Arbeit partizipieren. Jeder stand bei jedem in der Schuld. Jeder hat sozusagen beim anderen angeschrieben. Die Schulden wurden in regelmäßigen Versammlungen durchgesprochen und abgelöst. Faktisch ein Nullsummenspiel. Die Natur als Versorgungsträger und Allmende (= Gemeingut, das durch jeden nutzbar ist) stand jedem Menschen zur Verfügung.

Der Übergang vom Jäger- und Sammlerleben zum Sesshaftwerden im Rahmen der neolithischen Revolution vor ca. 10.000 Jahren vor Chr. stellt eine wesentliche Zäsur dar. Mit dem Sesshaftwerden, mit dem Beginn der Landwirtschaft, wurde der Begriff des Eigentums erfunden und entwickelt. Die Früchte eines Feldes waren nicht mehr Allmende, sondern wurden zum Besitz des Eigentümers des Feldes. Um das Eigentum vor fremdem Zugriff zu schützen, bedurfte es kräftiger, wehrhafter Männer, die vor Ort blieben. Das Patriarchat bildete sich heraus, da die Männer rein physisch über mehr Kraft als die Frauen verfügten. Frauen wurden mit der Zeit immer mehr zum Objekt degradiert, die üblicherweise in der Fremde verheiratet wurden. Das Echo dieser Entwicklung kann man im Buch der Bücher, in der Bibel, nachlesen.

„Adam und Eva werden bestraft, weil sie gegen Gottes Gebot verstoßen haben - das erste und einzige Gebot, das Gott im Garten Eden erlassen hat: < Du darfst essen von allen Bäumen im Garten, aber von dem Baum der Erkenntnis des Guten und Bösen sollst du nicht essen >. Der Baum war tabu; er war Gottes Besitz. Und weil Adam und Eva den nicht achteten, verwies er sie des Paradieses. Sollte es Zufall sein, dass die Bibel ein Eigentumsdelikt als Urvergehen der Geschichte präsentiert? Nein, besser hätte sie es nicht treffen können. Der Schutz des Besitzes ist tatsächlich das erste Gebot der neuen Welt; die Erfindung des Eigentums war die folgenreichste Konsequenz des Sesshaftwerdens. Uns scheint die Idee vom Besitz, von der privaten Verfügbarkeit über Grund und Boden bis zum Eigentum an beweglichen Dingen, eine ganz natürliche Sache zu sein. Das ist sie aber nicht. Wildbeutern (Anmerkung des Verfassers: Hiermit sind Jäger und Sammler gemeint), gehörten wenige Dinge des täglichen Gebrauchs. Ein Jäger besaß seine Waffe, seine Schneidmesser. Die Jagdbeute aber wurde geteilt und das Teilen zelebriert. Jeder Versuch, erlegtes Wild für sich zu behalten, hätte zu einem Reputationsverlust und im Wiederholungsfall zu Sanktionen geführt. Das weite Land gehörte der Gruppe oder dem Stamm, und man wusste recht genau, wo die Sphäre der Nachbarn begann. Innerhalb des eigenen Territoriums aber besaßen alle die

gleichen Nutzungsrechte. Jeder, der behauptet hätte: < Das dort ist mein Baum. Von den Früchten dürft ihr nicht essen >, wäre ausgelacht worden.“⁴

Die Schuldfrage für die Vertreibung aus dem Paradies auf Grund des Eigentumsdelikts wurde in der Bibel, die ausschließlich von siegreichen Männern geschrieben wurde, auch recht einfach gelöst. Sie liegt natürlich bei Eva, der Frau von Adam.

Man kann sich leicht vorstellen, dass sich durch die Entwicklung des Eigentums und dem, für wahrscheinlich viele Zeitgenossen, noch ungeübten Umgang damit, mit der Zeit Restschulden ergaben, die nicht mehr ausgeglichen werden konnten und die dann durch etwas Besonderes ausgeglichen wurden, z.B. wertvolle Muscheln, Perlen, seltene Metalle oder Sonstiges. Man geht davon aus, dass sich dadurch zunächst das Schuldgeld und dann aus dem Schuldgeld das allgemeine Geld für alle Dinge des täglichen Bedarfs entwickelt hat. Hatte jemand kein Geld, um seine Restschuld zu begleichen, so konnte er sich durch die Zahlung Zinsen Geld von Anderen leihen. Die Entwicklung zum Zinseszins lässt sich aus dem Zweistromland, dem Reich der Sumerer um ca. 3.500 Jahren vor Chr., konkret nachweisen. Man kann davon ausgehen, dass diese Entwicklung wahrscheinlich schon wesentlich früher einsetzte, allein uns fehlen die historischen Nachweise dazu, die erst mit den haltbaren Tontafeln der Sumerer belegbar sind.

Dass noch in jüngster Zeit mit nichthaltbaren Gegenständen, nämlich Haselnusszweigen, Schuldverhältnisse dokumentiert wurden, zeigt folgendes Beispiel:

In England war zur Zeit Heinrichs II. eine besonders wichtige Form der Währung das > Kerbholz <, auf dem man Schulden verzeichnete. ... Beide Beteiligte einer Transaktion nahmen einen Haselnusszweig, kerbten ihn entsprechend der geschuldeten Summe ein und teilten ihn dann in zwei Hälften. Der Gläubiger behielt die eine Hälfte, den > Stock < (das ist der Ursprung des englischen Begriffs stockholder, Anteilseigner, oder auch stockexchange für Börse), und der Schuldner bekam die andere Hälfte, den > Abschnitt...

⁵
Zurück zu den Sumerern. Die damaligen Tempel waren wohlhabende Kapitalgesellschaften, die Geld gegen Zinsen verliehen. Konnte der Schuldner kein Geld gegen Zinsen leihen, so wurde sein Besitz, und dazu gehörte in den patriarchalischen Gesellschaften auch seine Familie mit Frau und Kindern, an den Gläubiger verpfändet. War jeglicher Besitz verpfändet, so wurde der Schuldner selbst Schuldklave beim Gläubiger. Mit den Sklaven, die aus Kriegen rekrutiert wurden, gab es daneben dann als neue Entwicklung den Schuldklaven aus Schuldknechtschaft, der sich vom Gläubiger freikaufen konnte.

Bereits die alten Sumerer erkannten die Brisanz zu hoher Verschuldung und Schuldknechtschaft und führten regelmäßige Amnestien durch. „Auf diese Weise sollte das gesellschaftliche Gleichgewicht aufrechterhalten werden. Die Schuldenerlasse gefährdeten also nicht die gesellschaftliche und wirtschaftliche Stabilität, sondern waren im Gegenteil unerlässlich für ihren Erhalt.“⁶ Der Begriff Tabula rasa, das Glattstreichen und damit Löschen der auf Tontafeln festgeschriebenen Schuldverträge, stammt aus dieser Zeit und ist uns allen noch heute geläufig.⁷

Die damaligen hohen Zinssätze von durchschnittlich 20%, - es gab zur damaligen Zeit auch durchaus noch höhere Zinssätze bis zu 33% (Homer S., A History of Interest Rates, S. 31) -, waren offensichtlich der Grund für die Amnestien, siehe hierzu auch das nachfolgende Kapitel 6.5 zum Thema der Entwicklung des Zinssatzes. In unserer heutigen Zeit kennen wir derartig hohen Zinssätze nicht mehr in diesem Maße.

Seit der Erfindung des Geldes und dem damit verbundenen Geldverleih gegen Zinsen gibt es eine dauernde Diskussion über die Sinnhaftigkeit von Zinseszinsen. Es wird z.B. von Plutarch um 100 nach Chr. die fundamentale Frage gestellt, ob es sinnvoll ist „dass nichts aus nichts entstehen kann oder aus etwas, das nicht existiert, aber durch ihre Wuchergeschäfte erschaffen sie etwas aus etwas, das nicht ist und nie war.“⁸

Hintergrund des Zitates ist die Vorstellung, das Geld kein realer, sondern nur ein virtueller Gegenstand ist, um in unserem modernen Sprachgebrauch zu bleiben. Aristoteles war der gleichen Meinung: „Das Geld als Selbstzweck zu betrachten widerspreche seinem eigentlichen Zweck, und die Verzinsung sei unnatürlich, weil damit ein Metall wie etwas Lebendiges behandelt werde, das sich fortpflanzen oder Früchte tragen könne.“⁹

Die Begrifflichkeit für Zins ist in den meisten antiken Sprachen aus dem Wort für > Nachkommen < abgeleitet.¹⁰

Das bevorzugte Zitat der Kritiker des modernen Bankwesens lautet: „Die Bankiers machen etwas aus nichts. Sie sind nicht einfach Betrüger und Zauberkünstler. Sie sind böse, weil sie Gott spielen.“¹¹ Meines Erachtens ist dieses Pauschalurteil für den eher konservativen Banker nichtzutreffend. Allerdings bringt ein geringer, aber wertwirksamen Teil der Banker, nämlich der hemmungslose Spekulant, den ganzen Berufsstand in ein schlechtes Licht.

„Schuldenkrisen gehören zum festen Bestandteil der Menschheitsgeschichte.“¹²

Diese Feststellung bedarf der zeitlichen Eingrenzung. Die Menschheit kennt Schuldenkrisen erst, seitdem sie den Zinseszins vor ca. 4.000 Jahren vor Chr. erfunden hat. Wenn man das Alter des Homo sapiens sapiens mit ca. 42.000 Jahren annimmt, dann kennt er seit ca. 6.000 Jahren den Gebrauch des Zinseszinses.

Mit der Zinseszinsrechnung, die keine rechnerische Begrenzung enthält, können Schuldenlasten entstehen, die gegen unendlich anwachsen, und die kein Mensch und keine Gesellschaft abtragen kann. Dieser Umstand führt dann zu immer wiederkehrenden, man kann schon behaupten zyklischen, Zusammenbrüchen. Die Liste der Finanzkrisen, der geplatzten Blasen und den daraus resultierenden wirtschaftlichen Zusammenbrüchen ist lang und soll nicht wiederholt werden.

6.3. Keynes und das logistische Wachstum

Mit dem Thema hat sich auch John Maynard Keynes 1936 in seiner allgemeinen Theorie der Beschäftigung, des Zinses und des Geldes auseinandergesetzt. Sein Buch richtete sich in erster Linie an Wirtschaftswissenschaftler und ist für einen Laien nicht einfach zu verstehen. Was bei der Lektüre ¹³ allerdings auffällt, ist die Verwendung von Begrifflichkeiten, die sich vom Inhalt her mit den Begrifflichkeiten der einfachsten, nichtlinearen Differentialgleichung, wie sie die logistische Gleichung 5 darstellt, vergleichen lässt. In Anhang 12.8 findet der interessierte Leser eine Tabelle mit entsprechenden Textauszügen mit Erläuterungen.

Hollweg geht davon aus, dass Keynes bereits 1936 das Räuber-Beute System der konkurrierenden Zinssätze zwischen dem Habenzins bzw. dem Anlagenzins für Spareinlagen und den Sollzins für aufgenommene Kredite beschreibt. „Könnte es sein, dass John Maynard Keynes uns in seiner „Allgemeinen Theorie“ eine verborgene Botschaft hinterlassen hat? Verborgenen deshalb, weil er auf Erkenntnisse gestoßen war, die er selbst nur erahnte, aber nicht näher erläuterte. Einsichten in die Dynamik des Wirtschaftsprozesses, die selbst sein Genie kaum in Worte fassen konnte? ... Keynes seziert damit das bewegende Herz der Wirtschaft als die Dynamik interdependenter Zinssätze, die teils miteinander im Gleichklang klingen, teils gegeneinander arbeiten und sich gegenseitig >fressen <.“ ¹⁴

Die nachfolgenden Abbildungen zeigt das nach dem Lotka-Volterra Modell errechneten Kurvenverläufe von Hollweg. Erkennbar sind die Schwingungsmuster, die je nach Eingangsparametern unterschiedliche Amplitudenausschläge zeigen. Dabei folgt die Schwingung der Räuberpopulation stets zeitverzögert der Beutepopulation.

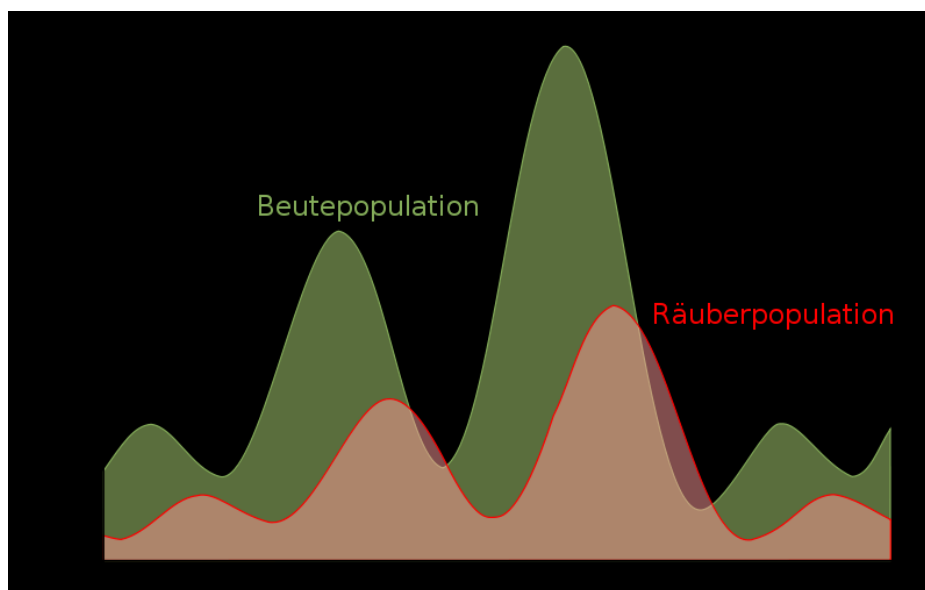


Abbildung 6.1: Räuber-Beute-Dynamik für zwei gekoppelte Populationen nach Hollweg

Das oben dargestellte Schwingungsmuster zweier gekoppelter Populationen ist vergleichbar mit dem Schwingungsmuster in Abbildung 3.6 für nur eine Population mit $w = 3,4$ und erinnert direkt an die Schwingungsmuster, die man mit dem Räuber-Beute-Modell zweier gekoppelter logistischer Gleichungen, d.h. für zwei Populationen, erzielen kann. Das Räuber-Beute-Modell wird im Anhang 12.5. erläutert.

In nachfolgender Abbildung ist das Phänomen für einen leicht erhöhten Wachstumsfaktor w für eine Population ersichtlich.

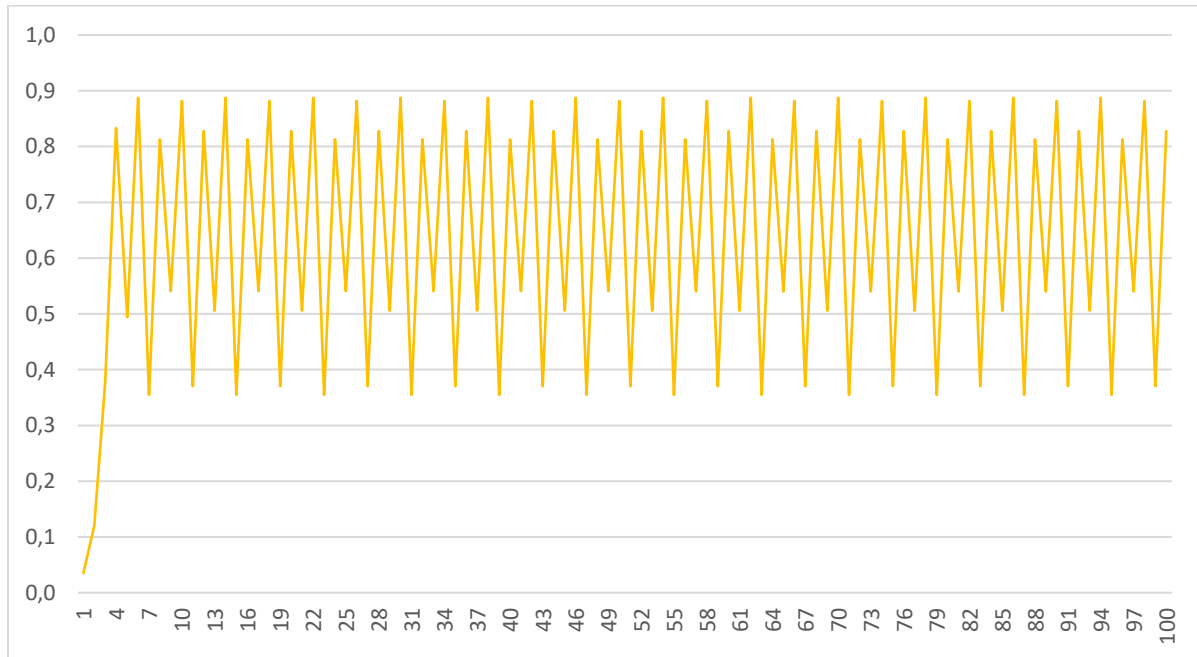


Abbildung 6.2: Schwingungsmuster mit $w = 3,55$, in Analogie zur Räuber-Beute-Dynamik für zwei Populationen.

Erhöht sich der Wachstumsfaktor w noch weiter über 3,6 hinaus, führt das deterministische Chaos dann schnell zum Aussterben einer Population. Nach Keynes ist dies der vollständige Zusammenbruch der Stabilität. Auch im Räuber-Beute-Modell führt das Überschreiten eines definierten Grenzwertes zum Absterben einer Population, egal ob Räuber- oder Beutepopulation.

Für den Begriff Räuber-Beute-Dynamik wären auch Begriffe wie Konkurrenz oder Wettbewerb im Finanz- und Wirtschaftsleben angemessen. In diesem Sinn war und ist der Feind des Alten, der Beute, schon immer die Innovation, das Neue, der Räuber gewesen, der das Alte überwindet und durch etwas Neuere ersetzt. Ein aktuelles Zitat von dem Chinesen Jack Ma ¹⁵, dem Gründer des Internetportals Alibaba, möge dies unterstreichen:

“ebay is a shark in the ocean
 We are a crocodile in the Yangtze River
 If we fight in the ocean, we will lose.
 But if we fight in the river, we will win.”

Wir wissen heute, nachdem die logistische Gleichung erst seit Anfang der 1970er Jahre iterativ gelöst werden kann, dass sich alle von Keynes beschriebenen Wirtschaftssituationen qualitativ durch das logistische Wachstum bis hin zum vollständigen Zusammenbruch der Stabilität simulieren lassen. Keynes wusste das noch nicht und konnte es mit den damals zur

Verfügung stehenden mathematischen Hilfsmitteln auch nicht berechnen, aber er hat es mit Sicherheit errahnt.

Auf einen weiteren Punkt soll in diesem Zusammenhang eingegangen werden, der ebenfalls von Keynes deutlich erkannt und artikuliert wurde.

Schuldner, denen die Schulden, bzw. das Wasser bis zum Halse steht, und die nicht mehr ein noch aus wissen, wie sie aus der Schuldsituation herauskommen können, können sehr schnell aggressiv gegen sich oder andere werden. Dafür gibt es zahlreiche Beispiele, in denen Einzelpersonen, aber auch Gesellschaften oder Staaten versuchen durch Aggression und Raub wieder zu Vermögen zu kommen, um ihre Schulden zu bedienen: „Väter sahen sich gezwungen, ihre Kinder zu verkaufen, Schuldner erhängten sich aus Scham. Der Zinswucher, erklärte Ambrosius, sei mit Raubüberfall oder sogar Mord zu vergleichen.“¹⁶
„Am Ende hatten die finanziellen Erfordernisse Vorrang. Kaiser Karl V. selbst hatte hohe Schulden bei den Fuggern und bei florentinischen, genuesischen und neapolitanischen Bankiers, und die Edelmetalle aus Amerika machten etwa ein Fünftel seiner Gesamteinkünfte aus. ... Die moralische Empörung über ... die Leiden der Eingeborenen wurden ignoriert ... oder man ließ sie in Vergessenheit geraten. > ... am Ende scheiterten fast alle Versuche, die Indianer zu schützen: Die finanziellen Erfordernisse hatten Vorrang. <“.¹⁷

Keynes war nach dem Ersten Weltkrieg als Vertreter des britischen Schatzamtes Mitglied der britischen Delegation bei den Versailler Vertragsverhandlungen. Er trat kurz vor Abschluss der Verhandlungen unter Protest gegen die Vertragsbedingungen, die Deutschland auferlegt werden sollten, von seinem Posten in der Delegation zurück und schrieb 1919 das aufsehenerregende Buch „Die wirtschaftlichen Folgen des Friedensvertrages (The Economic Consequences of the Peace)“, mit dem er die Deutschland auferlegten Reparationszahlungen als ökonomisch widersinnig kritisierte. Sie würden sowohl die internationalen Wirtschaftsbeziehungen destabilisieren als auch größeren sozialen Sprengstoff für Deutschland mit sich führen.

Aus dem folgenden Desaster des Zweiten Weltkrieges haben die westlichen Alliierten gelernt und Deutschland nach 1945 faktisch entschuldet, - es gab keinen Versailler Vertrag 2.0 -, in die Freiheit der Demokratie entlassen. Und auf dieser Basis folgte ab 1948 das deutsche Wirtschaftswunder.

6.4. Grenzen für die Finanzwirtschaft

Wie ließe sich nun eine Finanzwirtschaft aufbauen, die sich stabil weiterentwickelt, aber nicht zu den regelmäßigen und allseits bekannten, man kann schon sagen, zu den chronischen Instabilitäten der Finanzcrashes führt?

Vor dem Hintergrund des logistischen Wachstums stellt sich somit die Frage, wie ein stabiles finanzwirtschaftliches Wachstum im Bereich $1 < w \leq 2,5$ erreicht werden kann. Wenn wir die bisherige Finanzwirtschaft analysieren, dann wurden bis heute folgende Korrekturmaßnahmen gegen das unbegrenzte, exponentielle Wachstum der Zinseszinsen analog dem logistischen Wachstum ergriffen:

Lfd. Nr.	Analogie zum Wachstumsfaktor w	Beschreibung der Korrekturmaßnahmen	Ergebnis der Korrekturmaßnahme, Anmerkungen
1.	$w = 0,000$	Regelmäßige oder situationsbedingte Amnestie.	Alle Schulden werden dem Schuldner komplett gestrichen. Der Schuldner wird aus der Schuldknechtschaft entlassen.
2.	$0 < w < 1$	Negative Zinsen und / oder positive Inflation	Negative Zinsen und / oder eine positive Inflationsrate reduzieren das Kapital langfristig auf null. Eine entsprechende grafische Darstellung ist im Anhang 12.10. enthalten. Keynes fragte sich 1936, ob ein negativer Zins überhaupt möglich ist: „...wenn der Zinsfuß unter null fällt (angenommen, dass dies technisch möglich wäre), ...“ ¹⁸ Wir wissen heute, dass dies durchaus möglich ist.
3.	$w = 1,000$	Die Kreditvergabe erfolgt ohne Zinsauflage.	Der Schuldner zahlt die Kreditsumme nach der vereinbarten Zeit in gleicher Höhe an den Gläubiger zurück.
4.	$1 < w \leq 2,5$	Die Kreditvergabe erfolgt unter der Auflage, dass die Zinsen den zur Verfügung gestellten Kredit bis zu einem definierten Grenzwert nicht übersteigen dürfen.	Dies war eine Vorgabe nach mittelalterlichen Hindu-Gesetzen. ¹⁹ Es besagte in diesem Fall, dass die Kreditsumme des Gläubigers maximal um den Faktor 2 bis zur Zurückzahlung durch den Schuldner anwachsen darf. Bei den Sumerern hatten die Kreditverträge üblicherweise eine begrenzte Laufzeit bis zur nächsten Amnestie, dem Jubel- oder Sabbatjahr, das heißt sieben Jahre. (Graeber, S. 88) Man kann davon ausgehen, dass in anderen Gesellschaften ähnliche Kreditlaufzeiten galten.
5.	$2,5 < w < 3,6$		In dem Bereich der Räuber-Beute-Dynamik ist keine Korrekturmaßnahme bekannt.

6.	$3,6 < w \leq 4$	<p>Der maximale Schuldzins wird begrenzt, z.B. auf den Bereich 4 bis 5 %.</p> <p>Es kommt zu regelmäßigen Finanzcrashes mit einer möglicherweise anschließenden negativen Inflation = Deflation</p>	<p>Eine Begrenzung der Schuldzinsen verlängert die Zeit zum nächsten Finanzcrash, verhindert ihn aber nicht.</p> <p>Durch den Finanzcrash wird das virtuelle Finanzvermögen, das in seiner nominalen Höhe über keinen realen Gegenwert verfügt, auf seinen realen Wert reduziert.</p>
----	------------------	---	---

Tabelle 6.1: Korrekturmaßnahmen gegen das unbegrenzte exponentielle Wachstum des Zinseszinses

Das qualitative Naturgesetz des logistischen Wachstums begrenzt die menschliche Erfindung des Zinseszinses spätestens beim nächsten Finanzcrash, siehe Korrekturmaßnahme 6. Offensichtlich hat diese jahrtausendalte Erkenntnis auch Eingang in unseren europäischen Sprachgebrauch gefunden, denn die finanzmathematischen Begriffe wie $> \text{Amortisation} <$ für den Gläubiger und $> \text{mortgage} <$, das englische Wort für Hypothek für den Schuldner, tragen das französische Wort *mort* = Tod in sich, den Tod, auf den alles finanztechnisch zusteuert, wenn vorher nicht sinnvoll, d.h. begrenzend und regulierend eingegriffen wird.

Dies wurde seit der Erfindung des Zinseszinses auch erkannt, aber alle oben beschriebenen Korrekturmaßnahmen lfd. Nr. 1., 3. und 4. haben sich bis heute gesellschaftlich nicht durchsetzen können. Es wurden zwar manchen Entwicklungsländern, die über lange Jahre bis Jahrzehnte ihre Zinslast gezahlt haben, aber nicht in der Lage waren den Kredit zu tilgen, eine Schuldenamnestie gewährt, aber das sind die berühmten Ausnahmen zur Korrekturmaßnahme 1.

Die Korrekturmaßnahme 2, der Negativzins, wurde lange Zeit als „so absonderlich“²⁰ erachtet und ist erst seit den jüngsten Finanzkrisen ab 2010 durchaus marktgängig. Mit dieser „neuen“ Korrekturmaßnahme, manchmal auch verbunden mit einer Inflation, würden sich langfristig alle Finanzvermögen auf null reduzieren. Der Negativzins ist offensichtlich auch ein Gegenmittel zur $> \text{inflationären Geldvermehrung} <$ mittels positivem Zinseszins. Die Korrekturmaßnahme 6, der Finanzcrash, scheint die übliche Korrekturmaßnahme zu sein, nachdem bisher alle Korrekturmaßnahmen 1., 3. und 4. nicht gegriffen haben. Diese Entwicklung wird zwar bewusst von den meisten Menschen nicht geplant, aber durch das anerzogene und gesellschaftlich anerkannte Streben nach Zinsgewinnen indirekt, aber aktiv, herbeigeführt. Hier könnte für das systemrelevante Bankenwesen ein explizites und gelebtes Berufsethos, analog der Eidablage im Gesundheitswesen, hilfreich sein.²¹

Der letzte Finanzcrash nach dem Platzen der Immobilienblase in den USA im Jahr 2008 ist noch gar nicht so lange her und die heutigen geringen bis Negativzinsen als Nachwirkungen dieser Krise reduzieren Finanzkapital, das es offensichtlich nie gegeben hat. Rekapitulieren wir diese jüngste Entwicklung aus Sicht des logistischen Wachstums. Die nachfolgende Abbildung zeigt das jährliche Wachstum der Grundstückspreise in den USA im Vergleich zu dem Zuwachs des Volkseinkommens ab 1945. Man erkennt die erratischen Ausschläge für die Grundstücksbewertungen bis zum Platzen der Immobilienblase in 2008 als chaotische Entwicklung.²²

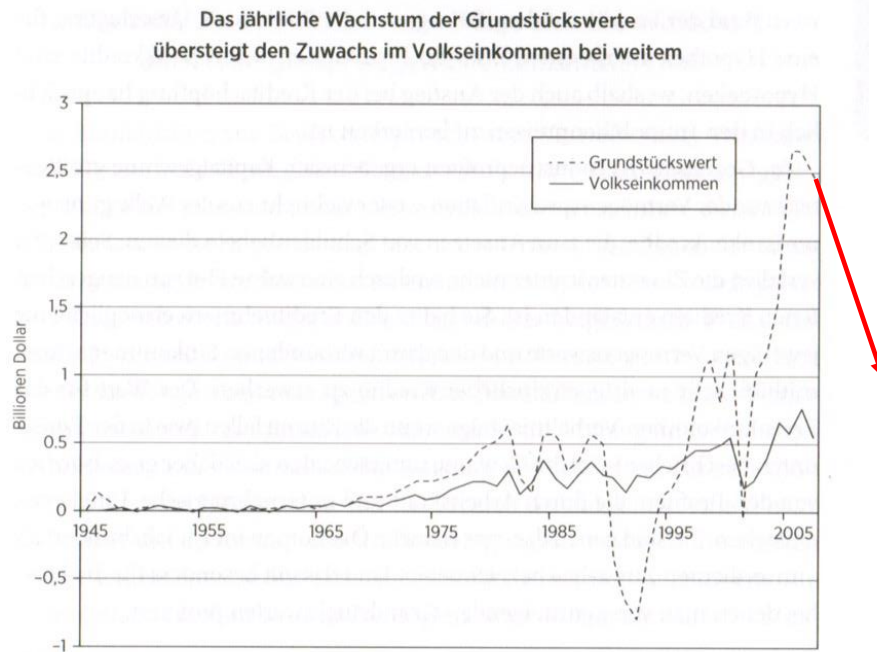


Abbildung 7

Abbildung 6.3: Wachstum Grundstückswerte und Zuwachs Volkseinkommen in den USA von 1945 bis 2008

Betrachtet man die „Fieberkurve“ des jährlichen Wachstums der Grundstückswerte (gestrichelte Linie) im Vergleich zum Volkseinkommen, so fällt die extreme Veränderungsgeschwindigkeit vor dem Immobiliencrash in 2008 in den Jahren 1990 bis 2005/2008 auf. Und damit war, entsprechend dem logistischen Wachstum, ein deterministische Chaos vorprogrammiert. Man kann die Fieberkurve zum Wachstum der Grundstückswerte mit Hilfe der logistischen Gleichung mit $w = 3,999$ nachvollziehen. Die Analogie ist nachfolgend dargestellt:

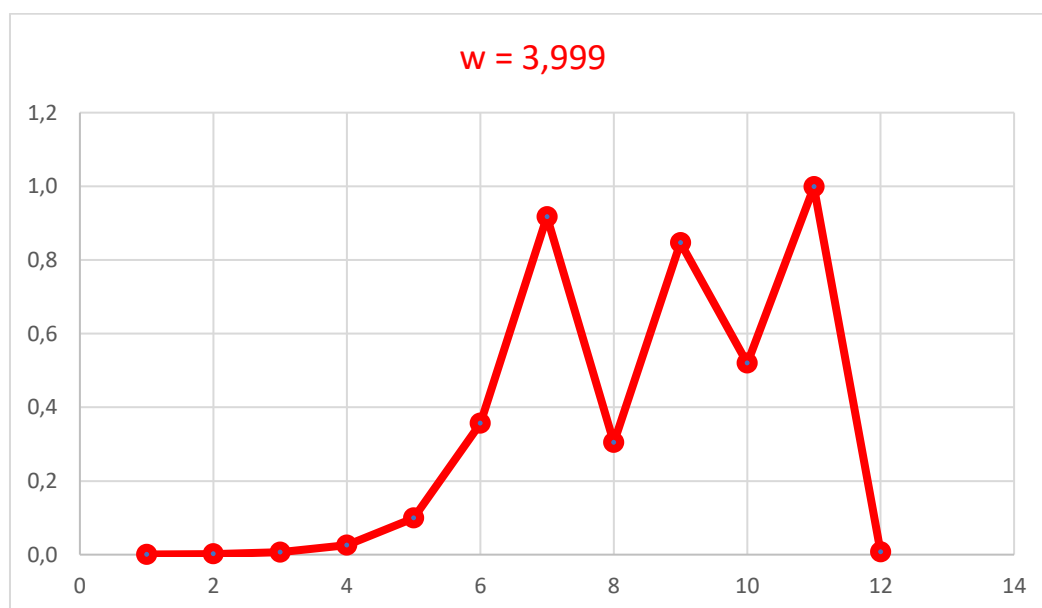


Abbildung 6.4: Deterministisches Chaos, dargestellt bis zum Iterationsschritt 12, $w = 3,999$.

Solche Extreme waren nur möglich, weil der Finanzsektor ungebremst und unreguliert Darlehen an nicht geprüfte Schuldner vergeben hat in der Hoffnung, dass

1. die Schuldner ihre Zinsen bezahlen und ihre Schuld tilgen
2. und man so virtuelles Vermögen als Gläubiger durch Zinseszins auf schnellem Weg generiert, ohne etwas dafür tun zu müssen: Man lässt das Geld, oder besser den Schuldner, für sich arbeiten.

Wie wir heute wissen, führt ein solches Verhalten langfristig naturgesetzlich immer zum Crash. Solche extremen Entwicklungen gilt es gesamtwirtschaftlich zukünftig zu vermeiden. Wie könnte hier eine Lösungsmöglichkeit aussehen?

Zunächst müssen wir zurück zu den Grundprinzipien des Finanzwesens. Wie kommt ein solches deterministisches Chaos regelmäßig zustande? Woran liegt das? Und wem nützt es?

Meines Erachtens ist das Zinssystem als Versklavungssystem nach dem Sesshaftwerden des Menschen von reichen Patriarchen entwickelt worden, um noch reicher zu werden und um die Armen, und dazu gehören vor allem Frauen und Kinder, systematisch zu unterjochen. Sklaven wurden üblicherweise durch Krieg gegen besiegte Völker gemacht, Schuldklaven konnten man durch den unbegrenzten Zinseszins auch im eigenen Volk generieren. Bei den damaligen extrem hohen Zinssätzen bot sich diese Möglichkeit für den, der über die nötigen Mittel verfügte, nahezu an.

Die heutigen Zinssätze sind zwar deutlich geringer als die damaligen, das Zinssystem ist allerdings das Gleiche geblieben. Aufgrund dieser Feststellung sollte das Fundament des Finanzwesens, die Struktur des Zinssystems, neu aufgebaut werden. Primär sollten Grenzwerte im Verhältnis zwischen Gläubiger und Schuldner geschaffen werden.

Es gilt eine „Neue Vereinbarung der Finanzwirtschaft“ zu schaffen.

Das bisherige Verhältnis zwischen Gläubiger und Schuldner in der Finanzwirtschaft ist durch die vom Menschen selbst erfundene Zinseszinsrechnung geprägt. Die Zinslast wächst exponentiell mit der Zeit und ist sowohl zeitlich als auch von der Höhe der zurückzuzahlenden Zinseszinssumme unbegrenzt, falls weder getilgt noch die laufenden Zinsen bedient werden. Dieser Zustand wird im realen Leben offensichtlich oft erreicht und zwar dann, wenn man über seinen Verhältnissen lebt, oder systembedingt keine Chance hat aus der Schuldenfalle herauszukommen. Das gilt für Einzelpersonen wie auch für ganze Gesellschaften und führt periodisch und automatisch zum Kollaps.

Die oben dargestellten sechs Korrekturmaßnahmen werden im Folgenden einer Bewertung unterzogen. Welche wäre die beste und nachhaltigste sowohl für den Gläubiger als auch für den Schuldner und könnte als eine generelle Korrekturmaßnahme angesehen werden?

Lfd. Nr.	Analogie zum Wachstumsfaktor w	Beschreibung der Korrekturmaßnahmen	Bewertung der Korrekturmaßnahme
1.	$w = 0,000$	Amnestie	Nur im Ausnahmefall nach Einzelfallprüfung sinnvoll einsetzbar. Zum Beispiel im Fall einer Insolvenz. Als generelle Korrekturmaßnahme ungeeignet.

2.	$0 < w < 1$	Negativzins	<p>Negativzinsen ergeben sich nach heutigem Kenntnisstand nach einem Finanzcrash und reduzieren nominal überbewertete Finanzvermögen. Sie sind Anreiz in die Realwirtschaft zu investieren und somit dem nominellen, finanziellen Wertverlust zu entgehen.</p> <p>Als generelle Korrekturmaßnahme ungeeignet.</p>
3.	$w = 1,000$	Keine Zinsen	<p>Das wäre die theoretisch optimale Lösung, die aus heutiger Sicht allerdings nicht durchsetzungsfähig erscheint. Die Inanspruchnahme eines Kredites könnte alternativ durch eine einmalige, fest definierte, Gebühr vergolten werden, was einem festgelegten Zins entsprechen würde.</p> <p>Damit ergibt sich nur ein geringer Anreiz der Kreditvergabe für einen Gläubiger. Als Ausnahmefall im Privatbereich oder bei Gemeinnützigkeit sinnvoll.</p> <p>Als generelle Korrekturmaßnahme zurzeit noch ungeeignet.</p>
4.	$1 < w \leq 2,5$	Begrenzung der Zinslast.	<p>Damit verbleibt für den Gläubiger ein Anreiz zur Kreditvergabe. Der Schuldner hat ein tragbares Limit vor Augen.</p> <p>Meines Erachtens ist diese Korrekturmaßnahme das Optimum und damit generell geeignet.</p> <p>Wahrscheinlich unterliegen die heutigen Kredite bereits diesem Grenzwert, wie in der nachfolgenden Übersicht gezeigt wird.</p>
5.	$2,5 < w < 3,6$		<p>Die Räuber-Beute-Dynamik entspricht nach Keynes dem Wettbewerb zwischen Soll- und Habenzins. Dieser Bereich sollte vermieden werden, da der Schuldner mit seinem Sollzins offensichtlich immer verliert.</p>
6.	$3,6 < w \leq 4$	Finanzcrash	<p>Der Finanzcrash wird nicht aktiv, weder vom Schuldner noch vom Gläubiger, angesteuert, er ergibt sich allerdings indirekt durch die bisherige Zinseszinsrechnung, wenn der instabile Bereich nahe der Tragfähigkeitsgrenze erreicht wird. Der Crash ergibt sich dann durch Zufall.</p>

7.		Man könnte sich noch ein Kreditsystem vorstellen, dass regelmäßige Zinsen nur zur ursprünglichen Kreditsumme berechnet, also keine Zinseszinsen.	Auch hier ergibt sich das Problem der Begrenzung, da es sich um ein unbegrenztes lineares Zinswachstum handelt. Auch in diesem Fall wäre eine Begrenzung notwendig. Und damit kommen wir wieder automatisch zu Pkt. 4. zurück.
----	--	--	--

Tabelle 6.2: Bewertung der Korrekturmaßnahmen

Die oben genannte 4. Korrekturmaßnahme ist als generelle Maßnahme geeignet und sollte zur Stabilisierung der Finanzmärkte eingesetzt werden.

Die Höhe des Wachstumsfaktors sollte bei 1,5 liegen. Meine Überlegung fußt auf der Einsicht, dass nach dem logistischen Wachstum ein stabiles, S-förmiges Wachstum nur zwischen $1 \leq w \leq 2,5$ möglich ist, siehe hierzu Abbildung 3.5. Ein harmonischer, optimal ausglichener Wachstumsverlauf ergibt sich dabei mit $w = 1,5$.

Die harmonische Mitte in diesem Bereich $1 \leq w \leq 2,5$ liegt bei $w = 1,5$ und nutzt die vorhandene Kapazität zu $1/3$ aus.

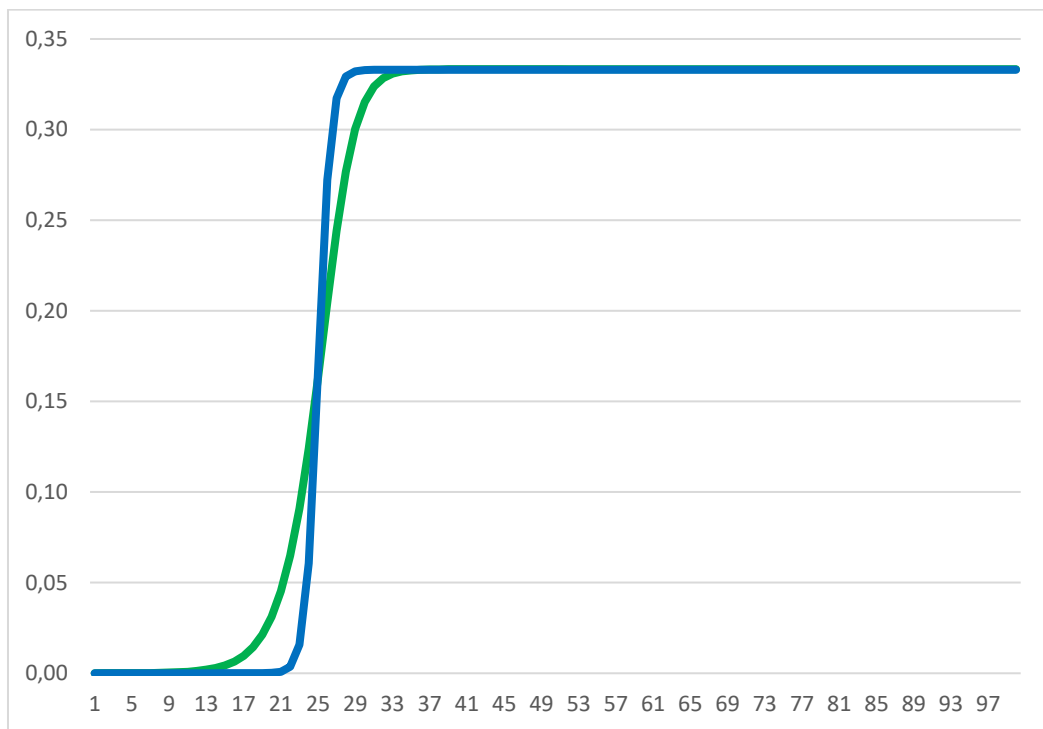


Abbildung 6.5: Der Kurvenverlauf für $w = 1,5$ führt zum Grenzwert 0,33, grüne Linie, der iterativen Lösung. Der Kurvenverlauf entspricht maximal der analytischen Lösung, ebenfalls für $w = 1,5$, tragende Kapazität $K = 0,33$, Integrationskonstante $a = 37,5$, blaue Linie, siehe auch Abbildung 4.

Sollte der vom Gläubiger an den Schuldner gewährte Kredit von seiner Höhe her vom Schuldner um den Faktor 1,5 zurückgezahlt sein, gleichgültig ob durch Tilgungs-, und/oder Zins- oder Zinseszinszahlungen, so gilt der Kredit als getilgt unabhängig von der ursprünglich festgelegten Laufzeit. Wird der Kreditvertrag vom Schuldner nicht erfüllt, greifen weiterhin die üblichen Vertragsstrafen.

Wenn diese Klausel in jedem Kreditvertrag weltweit aufgenommen würde, so hätte dies insgesamt eine heilsame Wirkung auf beide Seiten, für Gläubiger und Schuldner, weil sie immer wieder vor Augen führt, dass unsere reale Welt endlich ist. Der Gläubiger hat noch einen Anreiz Geld zu verleihen, der Anreiz ist allerdings begrenzt. Damit wären die Vermögenden motiviert primär in die Realwirtschaft zu investieren anstatt in Finanzprodukte. Die vorgeschlagene Lösung entspricht nicht ganz der „reinen Theorie“, wonach jegliche Zinsnahme auszuschließen wäre, da damit Vermögen ohne realen Gegenwert produziert würden. Für eine Lösung ohne Zinsnahme sehe ich zurzeit keine Chance zur Durchsetzung.

Ob mit dem Faktor 1,5 eine ausreichende Dämpfung in der Finanzwirtschaft erreicht wird, muss sich zeigen. Eine Nachjustierung sollte möglich sein. Möglicherweise sollte der Faktor mehr in Richtung 1 gehen. Damit kämen wir dem ursprünglichen Wirtschaftsleben unserer Vorfahren vor Erfindung des Zinseszinses entgegen.

Über den genannten Faktor von 1,5 lässt sich diskutieren, über die Begrenzung als solche nicht. Damit würde das Fundament der Finanzwirtschaft, das Verhältnis zwischen Gläubiger und Schuldner, im positiven Sinn reguliert.

Auch Piketty²³ spricht vom Verbot des Wuchers, dem mittelalterlichen Ausdruck für Zinseszinsen, als eine mögliche Regulierungsmethode. Allerdings führt er als Beispiel nur den Sozialismus an, so wie ihn sich Karl Marx vorgestellt hat ²⁴. Aus dem Verbot an Privateigentum ergibt sich in diesem Fall auch der Wegfall des Wuchers, des Zinseszinses. Der Sozialismus als Gesellschaftsform war nicht überlebensfähig. Den Wegfall des Wuchers in einer lebensfähigen demokratischen Gesellschaftsform hat er leider nicht untersucht.

Betrachtet man die heutige Kreditwirtschaft, so würde ein Grenzwert von 1,5 durchaus im Bereich des heutigen Marktgeschehens liegen. Die nachfolgende Tabelle zeigt den Zinssatz, der bei gegebener Kreditlaufzeit die 1,5-fache Höhe des vereinbarten Kredites von 1,0 erreicht.

Lfd. Nr.	Kreditlaufzeit in Jahren	Zinsfaktor, ca.	Zinssatz, ca.
1	5	1,0845	8,45
2	10	1,0415	4,15
3	15	1,0276	2,76
4	20	1,0206	2,06
5	30	1,0136	1,36

Tabelle 6.3: Heutige Kreditpraxis

Damit würde mit dem vorgeschlagenen Grenzwert von 1,5 die Kreditwirtschaft nicht geschwächt. Allerdings würde für alle Beteiligte klar, dass es einen Grenzwert gibt. Meines Erachtens ist der psychologische Effekt nicht zu vernachlässigen.

Unter Vorgabe des Faktors 1,5 ergeben sich aus Sicht des Gläubigers dann in Analogie folgende, zeitlich begrenzte, Laufzeiten an Zinsrenten aus dem gegebenen Kredit, falls nur Zinseszinsen vom Schuldner geleistet werden können. Dies ergibt sich aus der gleichen Lösung wie oben der Zinseszinsgleichung $\lg 1,5 / \lg (1+z)$, mit z = Zinssatz, für die Kreditlaufzeit in Jahren.

Zinssatz z = Zinsrente (%) für den Gläubiger	Kreditlaufzeit ungefähr in Jahren für den Schuldner	Bemerkung
1	41	Die Kreditlaufzeit ist für ein normales Arbeitsleben eines Schuldners auskömmlich.
2	20	
4	10	
8	5	

Tabelle 6.4: Begrenzte Kreditlaufzeiten beim Faktor 1,5 als Grenzwert für das Ende der Kreditrückzahlung für unterschiedliche Zinsrenten für den Gläubiger

„Der Vorschlag, bestimmte Geschäftsmodelle zu verbieten, mag radikal klingen, aber nichts anderes geschah mit der Sklaverei und der Kinderarbeit. Das gegen den Widerstand von Plantagenbesitzern und Fabrikeigentümern durchgesetzte Verbot dieser Praktiken regulierte den Kapitalismus und erzwang seine Weiterentwicklung.“²⁵

6.5. Die Entwicklung des Zinssatzes

Die Entwicklung des Zinssatzes als Habenzins für Geldanlagen lässt sich grob nachvollziehen. Hudson berichtet in "Der Sektor"²⁶, dass der übliche Zinssatz, beginnend bei den Sumerern ca. 3.000 v. Chr. bis ca. 100 vor Chr. bei hohen ca. 20 % lag. Hintergrund war das damalige "sexagesimale", das 60-System. Eine Einheit wurde in 60 Teile untergliedert. Ein Mina Silber bestand aus 60 Schekel, ein Scheffel Getreide bestand aus 60 Quart, usw. Damit man einfacher rechnen konnte, wurde der Zinssatz wie folgt festgelegt: Ein Schekel im Monat galt als Zins, also $1/60$ im Monat. Das ergibt pro Jahr $12/60 = 0,20 = 20\%$. Diese hohen Zinssätze machten die damaligen regelmäßigen Amnestien offensichtlich notwendig, um das gesellschaftliche Gleichgewicht aufrecht zu erhalten.

Der amerikanische Wirtschaftshistoriker Paul Schmelzing stellt fest ²⁷, dass der Zinssatz schon seit dem Mittelalter sinkt. Nach seiner Recherche lag der Zinssatz um 1300 nach Chr. bei geschätzten ca. 12% und ist seitdem mehr oder weniger linear auf heutige 0% gefallen. Seine Grafik ist im Anhang 12.7 einzusehen. Die Zusammenfassung der beiden Quellenangaben zeigt im Ergebnis folgende Zinsentwicklung:

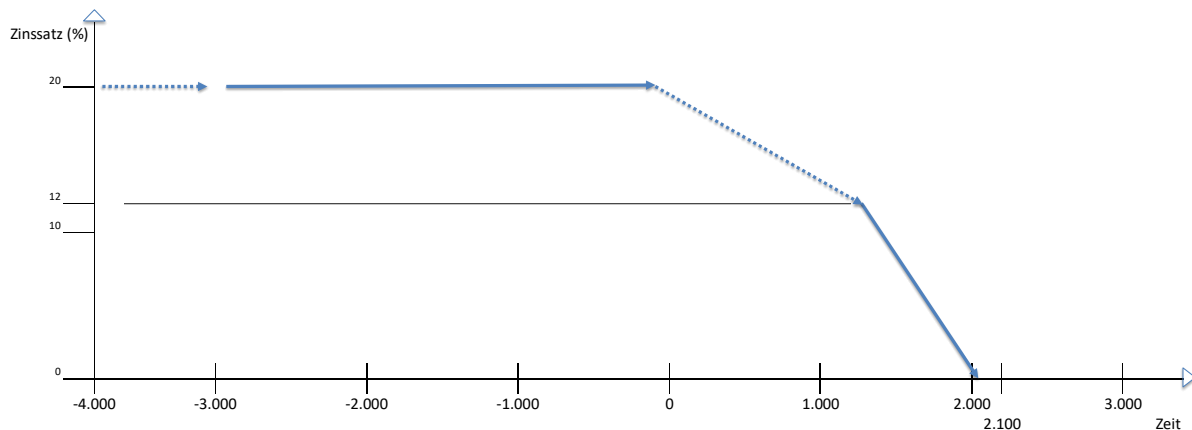


Abbildung 6.6: Die Zinsentwicklung von ca. 3.000 vor Chr. bis heute

Der Österreicherische Ökonom Eugen von Böhm Bawerk (1851 – 1914) war der Meinung, dass die Zinshöhe das kulturelle Niveau einer Gesellschaft widerspiegelt. Je höher die Intelligenz und die moralische Strenge einer Gesellschaft sei, desto niedriger der Zinssatz. ²⁸

Der US-Ökonom Kenneth Rogoff äußert sich im Januar 2020 so zum Thema: " Wir kennen die Gründe für die niedrigen Zinsen bis heute nicht genau. ...Die Märkte glauben, dass die Zinsen auf ewig niedrig bleiben." ²⁹

Meines Erachtens kann es auch über längere Zeit negative Zinsen geben, wenn dem angehäuften Kapital, also primär Buchgeld, kein realer Gegenwert gegenübersteht, wenn dieses Kapital also kein geeignetes Äquivalent in der Realwirtschaft findet. Damit reduziert sich der Wert des nominalen Kapitals auf einen realen Wert.

Vielleicht löst sich das Zinsezinsproblem damit auf natürliche Weise, weil Zinsezinsen als finanzpolitisches Perpetuum mobile keine Zukunft haben. „Von J. P. Morgan und John D. Rockefeller wird erzählt, sie hätten das Prinzip des Zinsezins zum achten Weltwunder erklärt.“ ³⁰, zu einem virtuellen Weltwunder sozusagen, dessen Zeit meines Erachtens abgelaufen ist.

Dazu zwei Beispiele. Wenn man über ein Bankguthaben mit 5% Habenzins verfügt, dann vermehrt sich das Guthaben mit der Zeit durch den Zinseszins wie folgt:

- 5 Jahre Faktor 1,3
- 10 Jahre Faktor 1,6
- 20 Jahre Faktor 2,7
- 40 Jahre Faktor 7,0
- 80 Jahre Faktor 50

Ein anderes Beispiel zeigt die ähnliche Wirkung. Wenn man im Jahre Null, also zum Zeitpunkt der neuen Zeitrechnung, einen Cent zu 5% angelegt hätte, dann wäre damit heute, nach 2020 Jahren, ein Kapital von

$0,01\text{€} * 1,05^{2020} = \text{ca. } 6,3 * 10^{40} \text{€}$ entstanden, eine Zahl, die alle Vorstellungen sprengt. Reduzieren wir den Habenzins auf 1% ergibt sich folgende Rechnung:

$0,01\text{€} * 1,01^{2020} = 5.360.126,52\text{€}$. Das sind ca. 5,3 Mio. €, eine Summe, die durchaus im Bereich unserer Vorstellungskraft liegt.

Es ist offensichtlich, dass die Realwirtschaft solche Vermögenszuwächse für die, die über positive Bankguthaben verfügen, also für die Gläubiger, nicht erwirtschaften kann und zu Instabilitäten führen muss.

Offensichtlich möchte der moderne Schuldner nicht mehr für den Gläubiger per Zinseszins arbeiten. Ist damit, nach einem ca. 5.000 Jahre langen Lernprozess, vom Schuldklaven bis zum freien Bürger in einer Demokratie, entsprechend dem logistischen Wachstum die Kapazitätsgrenze K bei 0% für den Zinssatz erreicht?

Meines Erachtens ist die Finanzstruktur, die auf einem Schuldverhältnis mit Zinszahlung basiert, nicht zukunftsfähig. Hintergrund ist auch die theoretisch unbegrenzte Vermehrung der Geldmenge durch die sogenannte Giralgeldschöpfung. Jede Bank als Gläubiger kann durch die Vergabe von Krediten an einen Schuldner Geld aus dem Nichts schaffen! Es entsteht sogenanntes Fiat-Geld ohne inneren Wert. Fiat ist der lateinische Ausdruck für „Es sei getan! Es geschehe! Es werde!“

Wie wir gesehen haben führt unbegrenztes Wachstum stets zum Kollaps. Und in der heutigen Finanzwirtschaft gehört offensichtlich der Kollaps zum normalen Geschäftsmodell. Das ist mit Sicherheit nicht die optimale, heute denkbare Lösung.

Im anschließenden Vergleich der möglichen Kapitalanlagen wird deren Realitätsbezug untersucht.

6.6. Die Möglichkeiten zur Kapitalanlage

Die Kapitalanlagen lassen sich vereinfacht analog zur ihrer historischen Entwicklung darstellen:

Zunächst gab es nach der Erfindung des Eigentums an landwirtschaftlichen Flächen die Kapitalanlage in Grund und Boden, vornehmlich in landwirtschaftlich genutzte Flächen oder Minen und Bergwerke zur Ausbeutung von Bodenschätzen. Der Pächter bezahlt den Eigentümer mit einem Anteil der erwirtschafteten Früchte oder Bodenschätze.

Mit der Entwicklung der ersten Städte vor ca. 4.000 vor Chr. ergab sich dann als nächste Kapitalanlage die in Immobilien. Der Mieter zahlt eine Miete an den Gebäudeeigentümer.

Als nächstes wird sich wahrscheinlich die Kapitalanlage in Geld entwickelt haben. Der Zins des Schuldners fließt bis zur Tilgung des Kredites auf das Konto des Gläubigers.

Als Handelsplatz für landwirtschaftliche Produkte und Rohstoffe haben sich dann im 12. Jahrhundert Vorläufer von Börsen entwickelt.³¹

Im Rahmen der industriellen Revolution entstanden große Unternehmen mit dem Ziel Gewinne zu erwirtschaften. Es entsteht der Unternehmer, und es besteht nun die Möglichkeit Anteile an seinem Unternehmen, im weitesten Sinne Aktien jeglicher Form, zu erwerben.

Mit der Weiterentwicklung des Börsenhandels tritt dann als letzter bekannter Schritt die Spekulation, also Spiel und Wette mit Finanzderivaten, auf den Plan, der sogenannte „Kasinokapitalismus“.³²

Wenn wir die Gewinnerwirtschaftung zur Kapitalrendite der einzelnen Kapitalanlagen vergleichen, dann ergibt sich folgendes Bild:

	Kapital-anlage	Gewinnerwirtschaftung: wie kommt es zur Kapitalrendite?	Bewertung
1.1.	Landwirtschaft	<p>Nach Abschluss der Vegetationsperiode werden die Früchte zur Ernährung geerntet und verkauft.</p> <p>Dabei ist der maximale energetische Ertrag durch zwei Punkte begrenzt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Energieeintrag durch die Sonnenbestrahlung während der Vegetationsperiode. 2. Dem Wirkungsgrad der Photosynthese der Nutzpflanze. 	Unbegrenzttes Wachstum ist durch die Kopplung an die Realwirtschaft nicht möglich.
1.2.	Viehzucht	<p>Das Prinzip der Gewinnerwirtschaftung ist das gleiche wie bei der Landwirtschaft. Das Vieh (Kühe, Schafe, Schweine, Geflügel, etc.) dient der Ernährung.</p> <p>Der maximale energetische Ertrag ist gegenüber Pkt. 1.1 durch den</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. zusätzlichen Wirkungsgrad der Futtermittelverwertung durch das Tier begrenzt. 	

1.3.	Bodenschatz fossile Brennstoffe	Torf, Braun- und Steinkohle, Erdöl und Erdgas wurden, und Holz wird durch die Photosynthese erzeugt. Auch hier sind natürliche Grenzen hinsichtlich der Erzeugung und der Förderbarkeit bis zur Erschöpfung der Quelle gegeben.	
1.4.	Bodenschatz Mine, Bergwerk	Kontinuierlicher Abbau und Verkauf der Mineralien, z. B. Diamanten, oder Metalle, z.B. Kupfer, als Bodenschatz bis zur Erschöpfung der Quelle.	
2.	Immobilie	Kontinuierliche Mietzahlung durch den Mieter an den Eigentümer der Immobilie bis zum Mietende, bzw. dem Ende der Nutzbarkeit.	
3.1.	Spareinlage eines Gläubigers zur Kreditvergabe an den Schuldner.		Bei Ausfall von Zins- und Tilgungszahlung ist ein zeitlich unbegrenztes Wachstum der Zinslast des Schuldners theoretisch möglich. Damit ist eine Entkopplung zur Realwirtschaft möglich.
3.2.	Kreditvergabe an den Schuldner durch Geldschöpfung der Bank als Gläubiger aus dem Nichts.	Zinszahlung für den Gläubiger bis zur Tilgung des Kredites durch den Schuldner.	Durch Geldschöpfung kann eine theoretisch unbegrenzte Geldmenge entstehen. Damit ist eine Entkopplung zur Realwirtschaft möglich.
4.	Aktie, Unternehmensanteil	Gewinnverteilung nach Bilanzierung des abgelaufenen Geschäftsjahres.	wie oben zu 1.- 2.
5.	Spekulation, Spiel und Wette	Durch Zufall	Nullsummenspiel: Wenn einer gewinnt, verliert ein anderer. ³³ Wahrscheinlich sollte auch die Spekulations- und Spielsucht des sogenannten Kasinokapitalismus mehr reguliert werden, da er mit der Realwirtschaft nichts zu tun hat. Die spielsüchtigen Spekulanten mögen ihre Sucht außerhalb der Börse im realen Kasino abarbeiten oder, noch besser, ihr Geld in die Realwirtschaft investieren.

Tabelle 6.5: Kapitalanlage und Erwirtschaftung der Kapitalrendite

Wenn wir die einzelnen Kapitalanlagen vergleichen, so sehen wir, dass nur die Kreditvergabe ein unbegrenztes exponentielle Wachstum zulässt und zwar

1. das unbegrenzte Wachstum für die Zinslast, wenn sowohl die Zinszahlung als auch die Tilgung durch den Schuldner, - aus welchen Gründen auch immer -, nicht realisiert wird. Und
2. das unbegrenzte Wachstum der Geldmenge als Fiat-Geld durch Geldschöpfung aus dem Nichts.

Alle anderen Kapitalanlagen sind durch die direkte Verknüpfung mit der Realwirtschaft in ihrem Wachstum begrenzt. Dies ist ein letztes Argument für die oben beschriebene Begrenzung der Kreditbeziehung zwischen Gläubiger und Schuldner.

6.7. Der Konjunkturzyklus

„Jeder Wirtschafts- oder Konjunkturzyklus ist im Grunde genommen ein Finanzzyklus.“³⁴

Wer dominiert den Konjunkturzyklus? Die Realwirtschaft oder die Finanzwirtschaft? Wahrscheinlich ist eine eindeutige Aussage, so wie sie im Eingangsstatement formuliert wurde, nicht möglich. Deshalb folgt der Versuch, den Konjunkturzyklus aus der Sicht des logistischen Wachstums zu erläutern.

Um den Konjunkturzyklus zu verstehen, kommen wir an der Innovationspraxis nicht vorbei. Das biologische Leben entwickelt sich durch Evolution fern eines thermischen Gleichgewichtes fort. Die Umsetzung der biologischen Evolution in unserem realen Leben ist der soziale und technische Fortschritt, gespeist aus Innovationen. Hierzu ein aktuelles Statement aus dem Jahr 2019: „Für Ministerin Hoffmeister-Kraut (Anmerkung des Autors: Ministerin für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau von Baden-Württemberg) lautet die wirtschaftliche Überlebensstrategie so: > Innovationen, Innovationen, Innovationen. <“³⁵

Das Thema Innovationspraxis ist nicht neu und wurde z.B. von Gerhard Mensch in den 1970-er Jahre intensiv bearbeitet. Seine Zentralthese lautet: „Basisinnovationen treten in Schwärmen auf.“³⁶

Und zwar offensichtlich immer dann, wenn es zum technologischen Patt, zur Depression gekommen ist. Die herrschende Not macht erfinderisch und mit neuen Ideen, mit neuen Innovationen, wird die Depression überwunden. Die folgende Abbildung, die aus der Analyse von ca. 200 Jahren Innovationspraxis resultiert, zeigt den Zenit der Basisinnovationen stets im Bereich der Depression D in den Jahren 1825, 1886, 1935. Die verwendeten Kürzel lauten: Prosperität P, Rezession R, Depression D und Erholung E. Dabei zeigen die Innovationsschwärme in der oberen Hälfte der nachfolgenden Abbildung einen typischen logistischen Wachstumsverlauf.

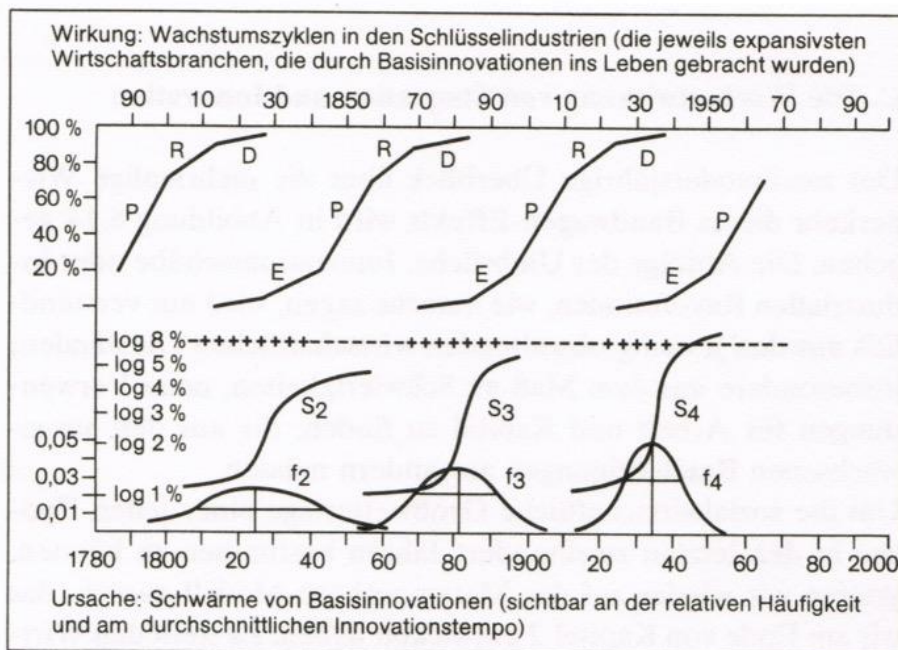
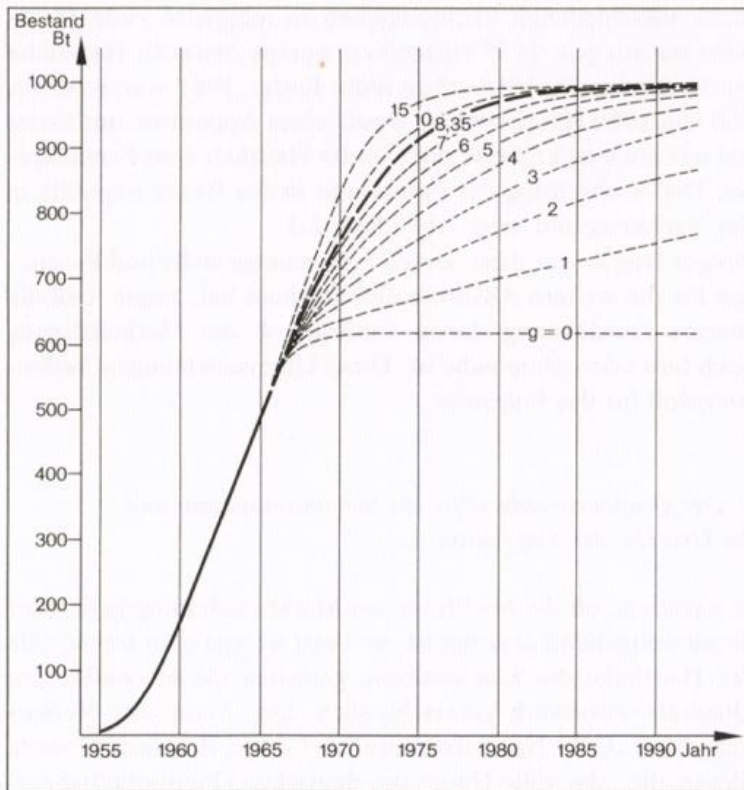


Abb. 6.14

Abbildung 6.7: Basisinnovationen überwinden die Depression nach Gerhard Mensch

Die Marktdurchdringung einer technischen Basisinnovation bis hin zur spezifischen Tragfähigkeit, d. h. bis hin zur Marktsättigung, entspricht ebenfalls einer logistischen Kurve und ist beispielhaft dargestellt.



Quelle: H. Bonus, die Ausbreitung des Fernsehens in der Bundesrepublik, Meisenheim/Glan 1968, S. 137

Abb. 2.3 Ausbreitung des Fernsehens in der BRD von 1955 bis 1965 und verschiedene Prognosen für die folgenden Jahre

Abbildung 6.8: Die Marktdurchdringung der Basisinnovation Fernsehen

Aus den vorgenannten Ergebnissen wurde das sogenannte Wellenmodell nach Kuznets entwickelt. Die Phasen Prosperität, Rezession, Depression und Erholung sind in einer ununterbrochenen Sinuskurve anordnet. Die Wellenlänge beträgt ca. 50 - 60 Jahre. Das Wellenmuster wurde schon in der Bibel thematisiert hinsichtlich der sieben fetten und der sieben mageren Jahre, wobei die Zahl sieben nicht wörtlich zu nehmen ist, sondern als besondere Zahl mehr beispielhaften Charakter hat.

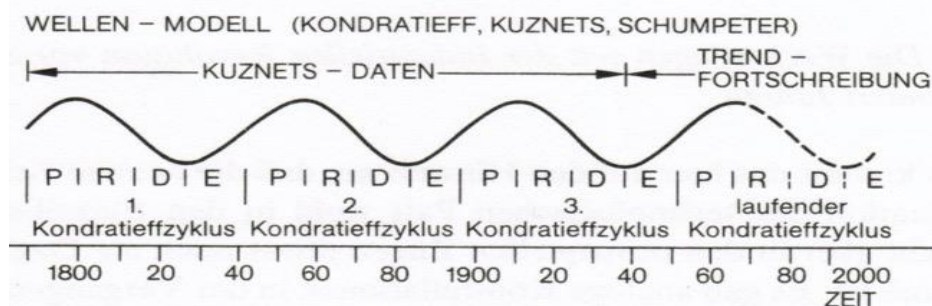


Abbildung 6.9: Wellenmodell nach Kuznets

Die oben in Abb. 6.9 gezeigten Innovationsschwärme erreichen in der Depressionsphase D ihr Maximum und erreichen somit die spezifische „Not“-sättigung.

Sie leiten die Wende zur Erholung E ein und der Autor Mensch merkt an: „Offensichtlich läuft die sozialwirtschaftliche Entwicklung nicht kontinuierlich ab; es gibt Brüche und Umwälzungsvorgänge, deren Tempo im Zeitablauf heftig variiert. Trotzdem weist das Geschehen auch Regelmäßigkeiten auf; offenbar sind sie stärker, als unser technokratisches Selbstbewusstsein uns glauben machen will, wenn wir uns einreden, dass für die aktive Gestaltung des Wirtschaftsablaufes ein weiterer Spielraum existiert. Zwischen den Regelmäßigkeiten und dem historischen Determinismus ist aber noch ein großer Unterschied: Die Inhalte des Neuen sind offen.“

„Wir geben diese Vorstellung, dass die Wirtschaft in Wellen evolviert sei, zugunsten der Vorstellung auf, dass sie sich schubweise entwickelt hat, und zwar in Form von nacheinander durchlaufenden S-förmigen Zyklen ...“. Mensch spricht dann von seinem Metamorphose - Modell. „Das Metamorphose - Modell führt die Stagnation als originäre Kraft ein. Dadurch kommen die Voraussetzungen der Stagnation auf die Innovation und die Rückkopplung der Innovation auf die Stagnation in das Modell. Das gesamte evolutorische Geschehen im sozialwirtschaftlichen Ganzen wird in einem Regelkreis gebunden.“³⁷

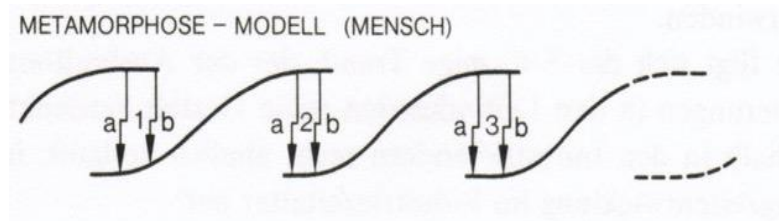


Abbildung 6.10: Metamorphose - Modell nach Mensch

Die nachfolgende Abbildung zeigt beide Modelle in Kombination

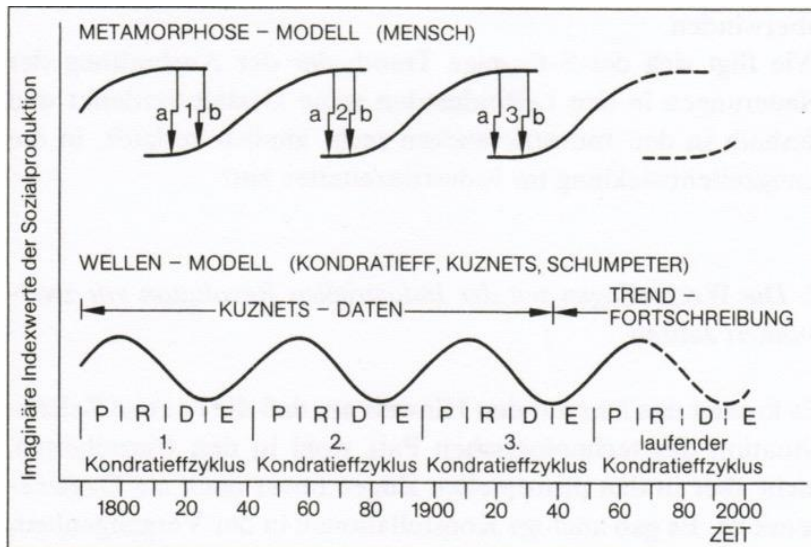


Abbildung 6.11: Wellen- und Metamorphosen-Modell in Kombination

Die beiden Beschreibungsformen erinnern an den Welle-Teilchen-Dualismus beim Licht. Das gleiche Phänomen bedarf offensichtlich mehrerer Erklärungsansätze.

Die dargestellten Modelle liefern im Ergebnis das Räuber-Beute Verhalten des Alten als Beute, und dem Neuen, dem Räuber, der das Alte durch das Neue, durch die Innovation, das Novum, das Neue, ersetzt.

Sonis³⁸ stellt den gleichen Vorgang graphisch so dar, dass der Räuber-Beute-Zyklus deutlicher erscheint. Die alte Alternative, oder der alte Status, nimmt ab, während die neue Alternative, der neue Status, zunimmt. Im Bereich des alten Status wachsen die Innovationen nach dem Motto, Not macht erfinderisch, während die Innovationsfreude in der Aufbauphase der gerade evolvierten Innovation abnimmt. Damit wird das klassische Bild des Räuber-Beute-Zyklus, Neu-Alt-Neu, beschrieben. Die Zunahme der Innovationskraft als auch deren Abnahme ist jeweils als logistische Wachstumskurve dargestellt.

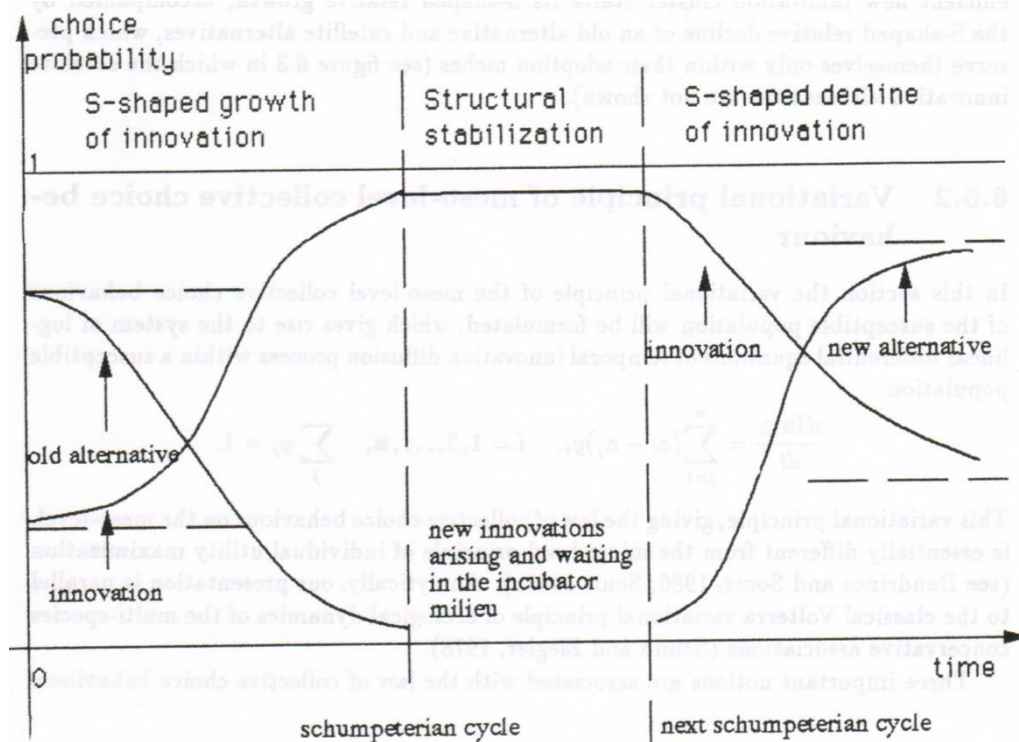


Figure 6.3. The generation of the innovation diffusion waves by the process of Schumpeterian competitive exclusion (the satellite innovations are not shown).

Abbildung 6.12: Der Räuber-Beute-Zyklus von Neu gegen Alt

Zusammenfassung: Der Konjunktur- und auch Wirtschaftszyklus wird durch den permanenten Evolutionsprozess verursacht. Dabei wird Altes gegen Neues in Konkurrenz ausgetauscht. Die herrschenden Trägheitskräfte des Alten lassen den Prozess nicht abrupt ablaufen, sondern kontinuierlich. Wir erleben diesen Prozess in unserem kurzen Leben als sozialen und technischen Fortschritt.

6.8. Minimalinvasive Steuerung der Finanzwirtschaft

Die belebte Natur und damit auch unser menschliches Handeln in der Finanzwirtschaft lässt sich nach den bisherigen Erfahrungen am besten durch das logistische Wachstumsmodell beschreiben. Das logistische Wachstumsmodell zeigt stationäre Wachstumsbereiche auf, in denen Finanzkrisen und -Crashs vermeidbar erscheinen.

Ich bin nicht der Meinung, dass das destruktive Bild der schöpferischen Zerstörung nach Schumpeter durch Krisen und Crashs notwendig ist, um eine evolutionäre Weiterentwicklung zum Besseren voranzutreiben. Eine schrittweise Vorgehensweise ohne derartige Umbrüche sollte möglich sein. Um Finanzkrisen zukünftig zu vermeiden reichen minimale Steuerungsausschläge, analog dem Schmetterlingseffekt, aus, um ein stabiles Fließgleichgewicht zu erreichen.

Was wir heute in der Finanzwirtschaft nach jedem Crash sehen, sind maximale Anstrengungen, um die Finanzwelt wieder ins Lot zu bringen. Dabei wird mit Summen operiert, die an die altbewährte Holzhammermethode erinnern. Je mehr desto besser. Milliarden sind dabei die kleinste Recheneinheit. Ist das wirklich die beste und eleganteste Vorgehensweise?

Das logistische Wachstumsmodell zeigt anschaulich, dass es offensichtlich Möglichkeiten geben **muss** mit kleinsten, minimalinvasiven Steuerungsmaßnahmen Stabilität zu erreichen und auch zu bewahren. Allerdings wissen wir heute noch nicht genau, welche Handlungsparameter hierfür entscheidend sind. Deshalb wäre es notwendig, die bisher erlebten Finanzkrisen detailliert zu untersuchen, vor allen hinsichtlich der sich selbstverstärkenden oder auch abschwächenden internen physischen, aber auch emotionalen, Prozesse. Daraus ließen sich dann Gegensteuerungsmaßnahmen ableiten, die im Vorfeld einer Krise, bei den ersten Anzeichen einer kritischen Entwicklung, zur Anwendung kommen könnten. Feichtinger hat z.B. 1992 ein einfaches Marktmodell mit zwei konkurrierenden Firmen vorgestellt, deren Marktanteil einer Firma, aus Sicht dieser Firma, sich in einem chaotischen Bereich befindet. Durch die Anwendung kleinster Änderungen, sogenannter „Kicks“ durch „richtige“ Entscheidungen, kann die betroffene Firma das Beziehungsgeflecht, also das System der beiden Firmen, so verändern, dass ein stabiler Bereich für die handelnde Firma erreicht wird.³⁹

Einige „Holzhammermethoden“, die sich bei der Anbahnung einer kritischen Situation in Teilbereichen der Finanzwirtschaft bereits bewährt haben, sind bekannt. Z. B. wird bei sich anbahnender Überhitzung des Aktienhandels an der Börse

- die Börse ganz einfach geschlossen oder
- der computergesteuerte Aktienhandel abgestellt.

In diese Richtung sollte mehr nachgedacht werden, allerdings im minimalistischen Sinn.

Es geht in der Finanzwirtschaft ums Geld, demnach könnte in einem ersten Versuch N_t die reale Geldmenge in einer Volkswirtschaft sein. Wie wir gesehen haben kann die Geldmenge durch Geldschöpfung aus dem Nichts theoretisch unbegrenzt wachsen, eine Unmöglichkeit, da alles seine Grenzen hat. Wie könnte man sich einer realistischen Geldmenge $N(t)$ auf Basis des logistischen Wachstumsmodells annähern?

Betrachten wir das logistische Wachstumsmodell aus dem Blickwinkel der Finanzwirtschaft, rekapitulieren wir Gl. 5

$$N_{t+1} = w \cdot N_t \cdot (1 - N_t / K)$$

Gl. 5

Die reale Wachstumsrate w ist gleich dem Produktivitätsfortschritt, der sich aufgrund unseres permanenten sozialen und technischen Fortschritts automatisch ergibt. Der Produktivitätsfortschritt ergibt sich aus der Exergiedifferenz⁴⁰ zwischen der Sonnenstrahlung, die wir von der Sonne erhalten und der Abstrahlung der Wärmestrahlung der Erde in das Weltall.

Von der realen Wachstumsrate wäre dann noch die Wachstumsrate der Bevölkerung und die Inflationsrate abzuziehen, weil diese beiden Faktoren zwar nominell die Geldmenge erhöhen, aber keinen realen, solaren Zugewinn verursachen.

Die Realwirtschaft ist eine Erwartungsgesellschaft, die permanent in die Zukunft schaut. Der Bauer, der seine Saat auf dem Feld ausgebracht hat, hofft auf eine gute Ernte, die er dann verkaufen kann. Der Hirte hofft, dass seine Herde wächst und gedeiht. Der Vermieter hofft auf die Mietzahlung des Mieters. Der Kaufmann, dessen Handelsgut sicher im Warenhaus eingetroffen ist, hofft auf einen guten Verkaufspreis. Der Fabrikant hofft ebenfalls, dass seine erstellten Produkte am Markt einen guten Preis erzielen werden. Die Arbeiter und Angestellten hoffen, dass ihr Lohn bzw. ihr Gehalt am Ende des Monats vom Unternehmer gezahlt werden. Damit wird die Kapitalrendite das Bewertungskriterium für die Zukunft für das investierte Kapital von heute.

Die tragende Kapazität K im Bereich der Geldmenge einer Volkswirtschaft hängt meines Erachtens direkt von der Exergiedifferenz ab, die eine Volkswirtschaft auf der Erde erhält und deren Möglichkeit diesen Exergiestrom in Wirtschafts- und Finanzdienstleistungen umzusetzen.

Dazu gehören auch die gespeicherten Sonnenergiemengen, wie Holz, Braun- und Steinkohle, Erdöl und Erdgas, die wir als fossile Energieträger bezeichnen und teilweise als Bodenschatz unter der Erde liegen und gefördert werden können. Die fossilen Energieträger sind von der Natur gespeicherte und somit gesparte Sonnenenergie. Sie können allerdings durch eine zeitlich begrenzte, intensive Nutzung die aktuelle Exergiedifferenz aus dem Gleichgewicht bringen, wir sehen das Problem beim menschenverursachten CO₂-Klimawandel.

Weiterhin sind die jeweiligen natürlichen Lebensumstände einer Volkswirtschaft zu betrachten. In den Wüstenregionen der Erde gibt es zwar jede Menge Sonnenenergie und teilweise gespeicherte fossile Bodenschätze, allerdings sind die Lebensumstände für ein angenehmes Leben eher ungeeignet. Die Polregionen erhalten kaum Sonnenenergie und sind somit als Wirtschaftsraum ebenfalls ungeeignet. Es verbleiben die gemäßigten Zonen zwischen den Extremen Wüste und Pole.

Eine quantitative Aussage hinsichtlich der Größe der Kapazität K im Hinblick auf die Geldmenge ist mir zurzeit nicht möglich, aber wir brauchen einen Grenzwert für die weitere Diskussion. Deshalb wird die weitere Diskussion qualitativ mit dem Grenzwert, der Abstraktion $K = 1$ geführt.

Damit ergibt sich die obige Gleichung 5 zu

$$N_{t+1} = w \cdot N_t \cdot (1 - N_t) \quad \text{Gl. 5a}$$

Da der Energiestrom auf eine Volkswirtschaft nahezu konstant ist, wäre somit auch eine stationäre Wirtschaft als Kreislaufwirtschaft anzustreben. Das ist die Vision der neuen Ökonomie nach Hauser.⁴¹ Damit sind wir beim 1. Hauptsatz der Thermodynamik, dem Energieerhaltungssatz, angekommen. Er besagt, dass keine Energie verloren geht. Der Energiestrom der Sonne, der die Erde trifft, ist nahezu konstant, und treibt unser gesamtes belebtes Leben an. Materiell gesehen gibt es in der Biosphäre kein Wachstum. Wie schon weiter oben erläutert, besteht Massenkonstanz für die belebte Natur. Aber auch für die unbelebte Natur besteht Massenkonstanz, da wir als geschlossenes System Erde keine Masse mit unserer Umwelt, dem Weltall, austauschen, sondern nur Energie in Form von Strahlungsenergie.

Damit kommen wir zur eigentlichen Fragestellung. Was ist eigentlich Wirtschaftswachstum?

Meines Erachtens ist Wirtschaftswachstum eine rein qualitative Größe, der mit dem Produktivitätsfortschritt, den wir Jahr für Jahr als Wirtschaftswachstum bilanzieren, direkt zusammenhängt. Der Produktivitätsfortschritt ist das Äquivalent zum sozialen und technischen Fortschritt als Ausdruck der permanenten Evolution. Nach dieser Definition ist das Wirtschaftswachstum der Produktivitätsfortschritt, den wir permanent erleben.

Der Produktivitätsfortschritt drückt sich in der Kapitalrendite k der Realwirtschaft aus, also der Kapitalrendite k aus für

- Landwirtschaft
- Viehzucht
- Immobilien
- Industrie
- Handel und Gewerbe
- Dienstleistungen

Davon ausgenommen sind explizit die Finanzwirtschaft und deren Dienstleistungen, weil in diesem Bereich keine bleibenden Werte geschaffen werden. Der Wirtschaftsmotor und unser Leben werden durch die Sonnenenergie angetrieben und wir haben gelernt, dass der Wirtschaftsmotor mit einem guten und geeigneten Schmiermittel, nämlich dem Geld der Finanzwirtschaft als ein sehr gutes Motoröl, als Tauschmittel für reale Güter, besser und runder läuft. Aber eine originäre Wirtschaftsleitung erbringt das Geld und die Finanzwirtschaft als Schmiermittel nicht, Geld ist allenfalls ein Regulativ. Eine ähnliche Analogie zeigt sich mit der Mathematik als Hilfswissenschaft. Ohne Mathematik würden wir die Naturgesetze, nach denen unser Leben abläuft, nicht verstehen und beschreiben können, aber die Mathematik ist noch lange kein Naturgesetz.

Es ist ein Trugschluss gerade in unserer heutigen Zeit, in der Finanzprodukte einen hohen Stellenwert genießen und mit deren Hilfe hohe Gewinne meistens zulasten Anderer erzielt werden, der Finanzwirtschaft eine reale Kapitalrendite zuzuordnen. Man kann Geld einfach nicht essen, aber mit Geld kann man sich die Nahrungsmittel kaufen, die Landwirtschaft und Viehzucht als Realwirtschaft erzeugen. Man könnte Nahrungsmittel alternativ auch ohne Geld durch Tausch mit anderen Realgütern, z.B. mit Werkzeugen, erwerben. Das war der übliche Warenaustausch vor Erfindung des Geldes und der Zinswirtschaft vor mehr als 5000 Jahren.

Ferner ist die reale Geldmenge abhängig von der Anzahl der realen Wirtschaftssubjekte. Je mehr Menschen es gibt, desto höher wird die Geldmenge sein. Übersteigt die Wachstumsrate der Bevölkerung die Wachstumsrate der Realwirtschaft, so verarmt eine Bevölkerung. Als dritten Einflussfaktor sehe ich die Inflationsrate. Je höher die Inflationsrate, desto geringer wird die reale Geldmenge. Nach den angestellten Überlegungen ergibt sich für die Wachstumsrate w der realen Geldmenge

$$w = p - r - i \quad \text{Gl. 5b}$$

Die Wachstumsrate w = Produktivitätsfortschritt p , minus Wachstumsrate r der Bevölkerung minus Inflationsrate i .

$$N_{t+1} = (p - r - i) \cdot N_t \cdot (1 - N_t) \quad \text{Gl. 5c}$$

Als weitere Überlegung gilt dann

$$w \leq k \quad \text{Gl. 5d}$$

Die Wachstumsrate w einer Volkswirtschaft kann nie größer als die reale Kapitalrendite k sein, ansonsten ergibt sich ein energetisches Perpetuum mobile, denn nur durch eine entsprechende Kapitalrendite k für das Realkapital kann ein Wirtschaftswachstum w generiert werden. Wir können den 1. HS, den Energieerhaltungssatz, nicht überlisten, das geht nicht.

Somit gilt für $p = k$

$$N_{t+1} = (k - r - i) \cdot N_t \cdot (1 - N_t) \quad \text{Gl. 5e}$$

Liegt w als Wachstumsrate in dem optimalen Bereich von $1,0 < w \leq 2,5$, so sollte für die Geldmenge ein stationärer, stabiler Zustand wie in Abb. 3.5 dargestellt, erreicht werden.

Das heißt, dass die Wachstumsrate w zwischen

$$1,0 < (k - r - i) \leq 2,5 \quad \text{Gl. 5f}$$

liegen sollte.

Liegt die Inflation über der Kapitalrendite, womöglich noch in Kombination mit einem hohen Bevölkerungswachstum, so schrumpft die reale Geldmenge und es droht Deflation.

Die optimale Wachstumsrate von $w = 1,5$ entspräche dann

$$w = k - r - i = 1,5 \quad \text{Gl. 5g}$$

oder

$$w = 1,5 - k + r + i \quad \text{Gl. 5h}$$

oder

$$k = 1,5 + r + i. \quad \text{Gl. 5i}$$

In der letzten Gleichung entspricht die Kapitalrendite k der optimalen Wachstumsrate w für die Geldmenge.

Die Weltbevölkerung wird nach Überschreiten eines globalen Maximalwertes für eine längere Zeit gesundschrumpfen bis die optimale Populationsdichte mit dann $r = 0\%$ erreicht wird.

Die ähnliche Überlegung gilt für die stationäre Geldmenge, für die bei optimaler Wachstumsrate die Inflation als Randbedingung ebenfalls auf null hinauslaufen sollte.

Eine Überprüfung der angestellten Überlegungen erfolgt mit den bekannten Daten⁴² z.B. für

- Wachstumsrate der Weltproduktion,
- Wachstumsrate der Weltbevölkerung,
- Inflation seit der industriellen Revolution und
- Kapitalrendite

Im Anhang 12.12 wird ein Versuch gestartet, ein entsprechendes Modell anzudeuten.

6.9. Anmerkungen Kapitel 6

1. Graeber
2. Stiftung Neanderthal Museum, S. 37
3. Dunbar, Wikipedia, Abruf
4. ebenda, S. 63f
5. Graeber, S. 54f
6. Hudson, S. 31
7. Graeber, S. 72
8. ebenda, S. 244
9. ebenda, S. 306
10. ebenda, S. 227

11. ebenda, S. 362
12. Stelter, S. 172
13. Keynes, Neuübersetzung 2017
14. Hollweg, S. 1, 7
15. King, S. 49
16. Graeber, S. 300
17. ebenda, S. 335
18. Keynes, Neuübersetzung, S. 184
19. Graeber, S. 17
20. Wikipedia, Negativzins, Abruf 30.11.2019

21. Wils, S. 430
22. Hudson, S. 145 und 235
23. Piketty, S. 697
24. ebenda, S. 723
25. Manson, S. 354
26. Hudson, S. 103
27. Schmelzing, DIE ZEIT, 23.01.2020
28. Homer, Sidney. A History of Interest Rates, Wiley Finance, 2005, S.2
29. Rogoff, DER SPIEGEL, 18.01.2020
30. Hudson, S. 115

31. Wikipedia, Börse, Abruf 06.02.2020
32. Herrmann, S. 196
33. ebenda, S. 233
34. Hudson, S. 118
35. Mayr
36. Mensch, S. 19
37. Ebenda, S. 84
38. Sonis, Michael et al., S. 115ff
39. Haag, S. 229ff
40. Exergie: Exergie ist ein Begriff aus der Thermodynamik. Es gilt $\text{Energie} = \text{Exergie} + \text{Anergie}$.

Betrachten wir zunächst den 1. Hauptsatz (HS) der Thermodynamik, den Energieerhaltungssatz. Er besagt, dass keine Energie bei Energieumformungsprozessen verloren geht. Das bedeutet für die Erde, dass der Energiestrom, der von der Sonne die Erde trifft, quantitativ genauso groß ist wie der Wärmestrom, den die Erde selbst als Wärmestrahlung in das Weltall abgibt. Wäre das nicht so, so würde sich die Erde mit der Zeit aufheizen und somit als Lebensgrundlage entfallen.

Betrachten wir nun den 2. Hauptsatz der Thermodynamik. Er besagt, dass jeder Energiestrom aus Exergie und Anergie besteht: $\text{Energie} = \text{Exergie} + \text{Anergie}$. Bei jedem Energieumwandlungsprozess wird der Anteil der Energie, der gegenüber den herrschenden Umweltbedingungen Arbeit leisten kann, verringert. D.h. dass der Exergieanteil der Wärmestrahlung von der Sonne größer ist als der Exergieanteil der Wärmestrahlung, der von der Erde abgestrahlt wird. Für die Energiebilanz der Erde gilt $\text{Exergie zu} > \text{Exergie ab}$, oder $\text{Anergie zu} < \text{Anergie ab}$. Dabei bleibt die Energiebilanz nach dem 1. HS stets erhalten, nur die Qualität der Energie ändert sich. Nur die Exergiedifferenz ist in der Lage Arbeit auf der Erde zu leisten und damit die Evolution auf der Erde in Gang zu halten.

Ist alle Exergie in Anergie umgewandelt, ist das sogenannte Entropiemaximum erreicht und Leben nach heutigen Vorstellungen nicht mehr möglich, da es keine Antriebskraft mehr für ein Leben gibt: $\text{Energie} = 0 + \text{Anergie}$. Ein anderer Ausdruck für diesen Zustand ist der sogenannte Wärmetod. Es wird im Endzustand des Universums keine Temperaturdifferenz mehr geben, die in Arbeit umsetzbar ist: $\text{Exergie} = 0$.

Zusammenfassung

Zu Beginn des Universums galt	$\text{Energie} = \text{Exergie} + 0$
Zum Ende des Universums wird gelten	$\text{Energie} = 0 + \text{Anergie}$

41. Hauser, S. 43ff.
42. Piketty, S. 140, 113, 148, 266f

7. Das logistische Wachstum als Naturgesetz

Pearl war 1920 der Meinung, dass das logistische Wachstum ein Naturgesetz ist. Dem wurde damals vehement widersprochen. ¹

Wir haben heute einen neuen Kenntnisstand, der die Frage nach dem Naturgesetz in einem neuen Licht sehen lässt.

Betrachten wir zunächst zwei bekannte Naturgesetze.

7.1. Newton

Newton hat das Gesetz aufgestellt:

Kraft = Masse x Beschleunigung.

Das Gesetz gilt universal, und jeder spürt es permanent. Setzt man für Beschleunigung die Erdbeschleunigung und für die Masse seine eigene Körper-Masse ein, so erlebt jeder permanent seine Erdanziehungskraft. Mit der Formel lässt sich der Wert der Anziehungskraft für jeden Menschen und für jedes Objekt auf der Erde berechnen. Dies gilt natürlich auch für alle anderen Himmelskörper und deren Verbindung zueinander. Bis heute hat man allerdings noch nicht geklärt, wie die Massenanziehung zustande kommt.

7.2. Einstein

Einstein hat als Naturgesetz die Gleichheit von Energie und Masse herausgefunden und beschrieben, die formelmäßig lautet:

Energie = Masse x c^2 , mit c als Lichtgeschwindigkeit.

Danach lässt sich jede Masse in Energie umwandeln und umgekehrt. Die Formel beschreibt zum einen den Fusionsprozess in der Sonne, deren resultierender Energiestrom uns auf der Erde am Leben erhält, als auch die Vorgänge in der Atom- oder Wasserstoffbombe, die wir Menschen zur Massenvernichtung unser selbst entwickelt haben. Wir wissen, dass die Formel stimmt, und können danach rechnen, aber verstehen wir sie auch wirklich? Jede Masse lässt sich in Energie umwandeln, also auch unser eigener Körper.

7.3. Verhulst

Die logistische Gleichung nach Verhulst kann seit den 1970-Jahre iterativ gelöst werden. Es zeigt sich, dass schon kleinste, nicht messbare Änderungen in den Anfangsbedingungen, - wir können einen IST-Zustand, sprich einen Anfangszustand für einen Entwicklungs- und /oder Wachstumsprozess nie exakt messen -, zu unübersehbaren Abweichungen im Endergebnis führen. Damit können mit dem logistischen Wachstumsmodell keine Prognosen erstellt werden. Wir können damit nicht in die Zukunft blicken.

Hawking beschreibt 2002 das Problem so: "Zusammen mit der Heisenberg'schen Unschärferelation und der Chaostheorie erlegte der Gödel'sche Unvollständigkeitssatz der wissenschaftlichen Erkenntnis fundamentale Beschränkungen auf, deren volle Bedeutung erst im Laufe des 20. Jahrhunderts erkannt wurde." ²

Im Übrigen lassen die Berechnungen nach den beiden oben aufgeführten ersten Naturgesetzen von Newton und Einstein keine mathematisch exakten, sondern nur „realistische“ Ergebnisse zu.

Das logistische Wachstumsmodell hat, dem Anschein nach, den Charakter eines Naturgesetzes. Das neue Naturgesetz lautet demnach: Das logistische Wachstumsmodell ist von seiner Natur her qualitativ, nicht für Aktionen oder Vorhersagen, sondern für die Beschreibung und das Verständnis natürlicher Phänomene vorgesehen.

Das ist eine neue Qualität eines Naturgesetzes, die sich von der bisher angenommenen und verlangten exakten Berechenbarkeit als Basis eines Naturgesetzes entfernt hat.

7.4. Ist unser Sonnensystem instabil oder stabil?

Wenn wir uns die oben beschriebenen ersten zwei Naturgesetze von Newton und Einstein ansehen, so können wir uns die Antwort selbst herleiten. Und die Antwort heißt: Unser Sonnensystem ist, in zeitlich astronomischen Dimensionen gesehen, extrem instabil. Warum?

Die Planeten umkreisen unser Zentralgestirn, die Sonne, auf Umlaufbahnen, die sich aus der direkten Massenanziehung der Himmelskörper ergeben. Anziehungs- und Fliehkraft stehen im Gleichgewicht der rotierenden Massen. Die genannten Kräfte sind direkt nach dem Gesetz von Newton mit der jeweiligen Masse verbunden. Ändert sich die Masse eines Himmelskörpers, ändert sich somit dessen Laufbahn.

Nach Einstein verbrennt die Sonne permanent einen Teil ihrer eigenen Masse, um damit unter anderem die Sonnenstrahlung zu erzeugen, die wir für unser Leben auf der Erde brauchen, und verliert damit permanent an Masse. Der Massenverlust der Sonne ist für unsere menschlich überschaubaren Zeiträume unerheblich. Aber in astronomischen Zeiten wird der Massenverlust der Sonne irgendwann so groß sein, dass die Umlaufbahn der Erde und der der anderen Planeten um die Sonne immer größer wird und irgendwann fliegen wir dann mit der Erde tatsächlich aus der Bahn, da die Massenanziehungskraft, d. h. die Anziehungskraft der Sonne zu gering geworden ist. Das wäre dann der Fliehkraftkollaps, der Point of no Return für die Erde, deren Masse ja konstant bleibt. Keine Sorge, das dauert noch einige Jahrtausende, aber es wird dieser Zeitpunkt kommen.

Unser Sonnensystem ist aus Sicht der Erde also instabil. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht qualitativ den kosmischen Vorgang.

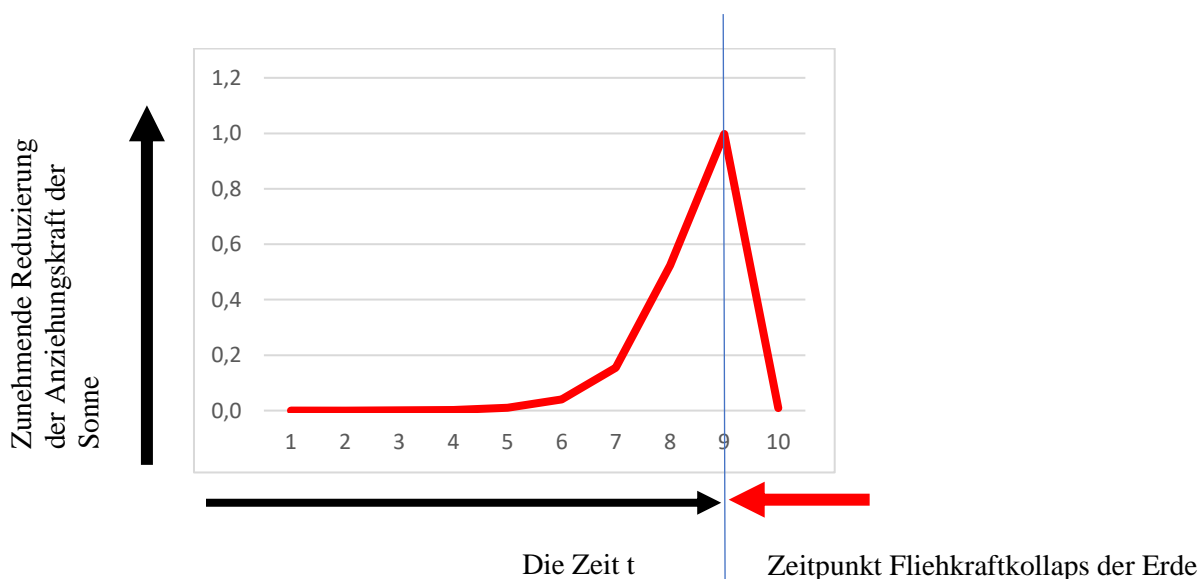


Abbildung 7.1: Zunehmende Reduzierung der Anziehungskraft der Sonne durch den Massenverlust durch Sonnenstrahlung

7.5. Anmerkungen zu Kapitel 7

1. Kingsland, S. 36
2. Hawking, S. 147

8. Zusammenfassung

Nur das logistische Wachstumsmodell enthält eine Begrenzung auf Grund der vorgegebenen Kapazitätsgrenze, die auch als Tragfähigkeit eines Systems bezeichnet werden kann. Alle anderen Wachstumsmodelle, wie arithmetisches und exponentielles Wachstum, kennen keine Begrenzung und sind damit für die Beschreibung von Wachstumsvorgängen auf der Erde mit seinen begrenzten Ressourcen nur sehr bedingt geeignet.

Die logistische Gleichung kann seit den 1970-Jahren iterativ gelöst werden und führt zu einer Vielzahl von Lösungsbereichen. In dem Bereich des Wachstumsfaktors w von $1 < w \leq 2,5$ ergibt sich ein stationärer Zustand trotz Vorliegen eines Wachstumsfaktors in der genannten Höhe.

Unsere bisherigen alltäglichen Erfahrungen, die vornehmlich auf den arithmetischen und exponentiellen Wachstumsmodellen basieren, kennen ein derartiges Verhalten nicht. Unsere Alltagserfahrung sagt uns ganz klar: Wenn etwas wächst, wird es auch quantitativ, und zwar ohne Begrenzung, mehr. Mit dem logistischen Wachstumskonzept wird gedanklich Neuland betreten. Trotz eines konstanten, zeitlich unbegrenzten und notwendigen Wachstumsfaktors w von z.B. 2,0 wird der sich einstellende Wachstumsgrenzwert G von 0,5 für alle Zeiten eingehalten und nicht überschritten!

Diese Erkenntnisse werden in drei Bereichen thematisiert.

Aus aktuellem Anlass wird zunächst das logistische Wachstum des Coronavirus besprochen. Es wird gezeigt, dass sich die Ausbreitung der Infektionen mit Hilfe des logistischen Wachstumsmodelles und deren Weiterentwicklung zum Räuber-Beute-Modell realistisch darstellen lassen.

Die menschliche Populationsdynamik wird zurzeit weltweit durch den demografischen Übergang geprägt. In den westlichen Ländern schrumpfen nach dem Durchlaufen des Überganges die einheimischen Bevölkerungen. Vorreiter sind hier Deutschland und Japan. Der Gesundschumpfungsvorgang ist nicht offen, sondern wird durch das Erreichen der optimalen Populationsdichte in einer stationären Bevölkerung abgeschlossen. Die optimale Populationsdichte kann auf 0 – 12 – 24 Menschen pro km^2 angenommen werden.

Die Finanzwirtschaft wird durch das Schuldverhältnis von Gläubiger zu Schuldner geprägt. Zur Stabilisierung der Finanzwirtschaft wird eine Regulierung in Bezug auf die Begrenzung der zurückzuzahlenden Kreditsumme durch den Schuldner auf den Faktor 1,5 vorgeschlagen. Damit wird primär ein Signal gesetzt, dass der Kapitalertrag für den Gläubiger durch Zinseszins begrenzt ist. Ferner sollte damit die Wahrscheinlichkeit von zukünftigen Finanzcrashes reduziert werden.

Mit den heutigen Erkenntnissen kann ferner das logistische Wachstum als ein qualitatives Naturgesetz angesehen werden.

9. Danksagung

10. Literaturverzeichnis

<p>Bednar-Friedl, Birgit et al. Handling the Complexity of Predator-Prey Systems: Managerial Decision Making in Urban Economic Development and Sustainable Harvesting. Fachbeitrag aus Dynamik Perspectives on Decision Making. Dynamic Modelling and Econometrics in Economic and Finance 22. Hrsg.: Dawid, Herbert; Doerner, Karl F.; Feichtinger, Gustav; Kort, Peter M.; Seidl, Andrea. Springer, 2016</p>
<p>Begon, Michael et al. Ökologie, 3. Auflage, Springer Spektrum, 2017</p>
<p>Behringer, Wolfgang. Tabora und das Jahr ohne Sommer. Wie ein Vulkan die Welt in die Krise stürzte. C.H. Beck, 2. Auflage 2016</p>
<p>Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Mal über Tabuthemen reden, Sicherung gleichwertiger Lebensbedingungen, Mindeststandards, Wüstungen... -worüber nur hinter vorgehaltener Hand diskutiert wird. Dezentertagung des DGD-Arbeitskreises "Städte und Regionen" in Kooperation mit dem BBSR Bonn am 1. und 2. Dezember 2016 in Berlin. BBSR-Online-Publikation 02/2018, Bonn, Februar 2018.</p>
<p>Dawkins, Richard. Das egoistische Gen. 2. unveränderte Auflage, Springer Spektrum, unveränderter Nachdruck 2007</p>
<p>Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie, DG epi. Stellungnahme der DG epi zur Verbreitung des neuen Coronavirus (SARS-CoV-2), abgerufen am 28.03.2020</p>
<p>Deutscher Bundestag, Drucksache 17/12051 vom 03.01.2013. Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2012, Anhang 4: Ergebnis Risikoanalyse " Pandemie durch Virus Modi-SARS"</p>
<p>Diamond, Jared. Kollaps. Warum Gesellschaften überleben oder untergehen. Fischer Taschenbuch 19258, 3. Auflage Februar 2014</p>
<p>Dinkel, Rainer Hans. Demographie, Band 1, Bevölkerungsdynamik, Verlag Franz Vahlen München 1989</p>
<p>Dunbar, Robin. Dunbar-Zahl. Wikipedia, Aufruf 30.01.2020</p>
<p>Ferguson, Neil M. et al. Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand. Imperial College London (16-03-2020)</p>
<p>Fichtner, Ulrich. Der Stoff, aus dem wir Menschen sind. Pandemie. Wenn die Toten gezählt sind, wird sich das System einige unangenehme Fragen stellen müssen. Wie konnten Regierungen und Staaten die aufziehende Gefahr verkennen? Und warum waren sie bis zuletzt unfähig zu entschlossener Aktion? Der Spiegel, Nr. 12/14.03.2020, S. 8</p>
<p>Figl, Johann, HRSRG. Handbuch Religionswissenschaft. Religionen und ihre zentralen Themen. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Verlagsanstalt Tyrolia, Innsbruck, 2003</p>
<p>Friedrich, Marc. Weik, Matthias. Der grösste Crash aller Zeiten. Wirtschaft, Politik, Gesellschaft - Wie Sie jetzt noch Ihr Geld schützen können. Eichborn, 2019</p>
<p>Gleick, James. Chaos - die Ordnung des Universums. Vorstoß in Grenzbereiche der modernen Physik. Droemer Knauer, München 1988</p>
<p>Graeber, David. Schulden. Die ersten 5.000 Jahre. Klett-Cotta, Stuttgart, 2012</p>
<p>Grant, R. G. Kriege und Schlachten. 5000 Jahre Militärgeschichte. Dorling Kinderslay, München 2006</p>

Grüner Fischer Investments GmbH, Sportstraße 2a, 67688 Rodenbach, Vermögenserhalt. In 15 Minuten zur optimalen Strategie. Wir helfen Ihnen, Ihr Anlagevermögen zu schützen. Informationsbroschüre in 01/2020 erhalten
Haag, Günter. Modelle zur Stabilisierung chaotischer Prozesse in der Ökonomie. In Chaos und Ordnung. Formen der Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft. Reclam 9434, 1996
Harari, Yuval Noah. Eine kurze Geschichte der Menschheit. DVA, 23. Auflage, Pantheon-Ausgabe März 2015
Harper, Kyle. Fatum. Das Klima und der Untergang des römischen Reiches, Beck, München 2020
Hauser, Jürg A. Bevölkerung, Umwelt und die "Neue Ökonomie" - Rahmenbedingungen für eine Gesellschaft im Fließgleichgewicht. Bevölkerung, Umwelt, Entwicklung. Eine humanökologische Perspektive, Hrsg. Josef Schmid, Westdeutscher Verlag Opladen, 1994
Hawking, Stephen. Das Universum in der Nussschale. dtv 34089, 3. Auflage Februar 2005
Herrmann, Ulrike. Kein Kapitalismus ist auch keine Lösung. Die Krise der heutigen Ökonomie oder Was wir von Smith, Marx und Keynes lernen können. Piper, 2. Auflage Oktober 2019
Hollweg, Leander L. Keynes im Lichte der modernen Komplexitätstheorie. RIKES Research Institute for Knowledge-based Economic Systems, Diskussion Paper 1/2001. Beitrag für die Siebte Jahrestagung der Keynes Gesellschaft am 21./22.02.2011 in Izmir (Türkei) anlässlich des 75. Jubiläums des Erscheinens von John Maynard Keynes "Allgemeiner Theorie der Beschäftigung, des Zinses und des Geldes".
Homer, Sidney; Sylla Richard. A History of Interest Rates, Fourth Edition, Wiley Finance & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2005
Howell, Clark F. LIFE Wunder der Natur. Der Mensch der Vorzeit. TIME-LIFE International (Nederland) N.V., 1971
Hudson, Michael. Der Sektor. Warum die globale Finanzwirtschaft uns zerstört. Klett-Cotta, Stuttgart, 2016
Kälin, Karl. Populationsdichte und soziales Verhalten. Europäische Hochschulschriften, Reihe VI Psychologie, Bd./vol. 5, Herbert Lang Bern, Peter Lang Frankfurt/Main 1972
Keynes, John Maynard. Allgemeine Theorie der Beschäftigung, des Zinses und des Geldes. Neuübersetzung von Nicola Liebert, Dunker & Humbolt, Berlin, 2017
Keynes, John Maynard. Allgemeine Theorie der Beschäftigung, des Zinses und des Geldes. Übersetzung von Fritz Waeger, 1. Auflage, Dunker & Humbolt, Berlin, 1936. Unveränderter Nachdruck der 1936 erschienen 1. Auflage. Gedruckt 1983 bei Werner Hildebrand, Berlin 65.
King, Brett. Banking 4.0. Banking Everywhere, Never at a bank. Wiley, Chichester 2019
Kingsland, Sharon. The refractory Model: The logistic curve and the history of population ecology. The quarterly review of biology, Volume 57, Seite 29 - 52, March 1982
Kinnebrock, Werner. Bedeutende Theorien des 20. Jahrhunderts. Relativitätstheorie, Kosmologie, Quantenmechanik und Chaostheorie. 4. Auflage, Oldenbourg Verlag, München 2013
Kluge, Norbert. Beiträge zur Sexualwissenschaft und Sexualpädagogik. Was der Mensch mit seinen im Tierreich genetisch nächsten Verwandten gemeinsam hat – und was nicht. Juni 2008
Krätzig-Ahlert, Lothar. Der demografische Übergang hin zu optimalen Populationsdichte. Versuch zur Eingrenzung. R.G. Fischer Verlag, Frankfurt 2018

Krebs Charles J. Ecology. The experimental Analysis of Distribution and Abundance. Sixth Edition, Pearson Education, Limited, Second Impression 2017
Lesch, Harald; Kamphausen, Klaus. Die Menschheit schafft sich ab. Die Erde im Griff des Anthropozän. KomplettMedia, 2. Auflage 2017
Lorenz, Edward N. Deterministic Nonperiodic Flow. Journal of the atmospheric science, Vol. 20, Page 130 - 141, 1963
Lorenz, Konrad; Leyhausen, Paul. Antriebe tierischen und menschlichen Verhaltens. Gesammelte Abhandlungen. © R. Piper &Co. Verlag, München 1968
MacLulich, Duncan Alexander: Fluctuations in numbers of the varying hare (<i>Lepus americanus</i>), University of Toronto Press, University of Toronto Studies, Biological Series, No. 43, 1937. Die dargestellte Abbildung ist eine Zusammenfassung der Figure 16.- Abundance of Lynx ... und Fig 17.- Abundance of varying hare...
Madrid, Carlos. Chaostheorie und Klimawandel. © 2019 Libro IHB (für die deutsche Ausgabe) Postbus 72, 5330 AB Kerckdriel, Niederlande
Mandelbrot, Benoit B.; Hudson, Richard L. Fraktale und Finanzen. Märkte zwischen Risiko Rendite und Ruin. Piper, 2. Auflage 2005
Manson, Paul. Postkapitalismus. Grundrisse einer kommenden Ökonomie, Suhrkamp, Berlin 2016
May, M. Robert. Biological Populations with Nonoverlapping Generations: Stable Points, Stable Cycles, and Chaos. Science, Vol. 186, Page 645-647, 15 November 1974
Mayer, Lothar. Ein System siegt sich zu Tode. Der Kapitalismus frißt seine Kinder. Publik-Forum, Zeitschrift kritischer Christen, Dokumentation.
Mayr, Stefan. Nachhilfe für Champions. Wird das heute noch so stolze Baden-Württemberg zum nächsten Ruhrgebiet? Mit Industrieruinen, wo es vor Kurzem noch große Fabriken und stattliche Familienunternehmen gab? Eine Delegation aus Politikern und Unternehmern musste bei einem Besuch in vier chinesischen Städten erkennen: Die Gefahr besteht. Süddeutsche Zeitung, 09./10.März 2019, Nr. 58
Mensch, Gerhard. Das technologische Patt. Innovationen überwinden die Depression. Umschau Verlag, Frankfurt 1975
Moreno, Juan. Ein Land als Sperrzone. Italien. Eine Reise nach Mailand in Zeiten des Coronavirus ist eine Reise in die Stille - und eine Zeitreise. Hier ist zu besichtigen, was dem Rest Europas blühen kann. Wie schaffen es die Menschen, nicht verrückt zu werden? Der Spiegel Nr. 12 / 14.03.2020, S. 12f
Nussbaum, Martha, Kosmopolitismus. Revision eines Ideals. Theiss Darmstadt, 2020
Piketty, Thomas. Das Kapital im 21. Jahrhundert. 2. Auflage C. H. Beck Paperback, München 2018
Ploetz. Der grosse Ploetz. Die Daten-Enzyklopädie der Weltgeschichte, 32., neubearbeitete Auflage, Komet Verlag Frechen, Februar 1998
Prigogine, Ilya. Vom Sein zum Werden. Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften, Piper, München, 3. Auflage 1982
Putzger. Atlas und Chronik zur Weltgeschichte. Große Ausgabe, 1. Auflage © 2002 Cornelsen Verlag Berlin
Remmert, Hermann: Ökologie. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Paris, London, Tokyo, Hongkong, 4. Auflage, 1989

Rogoff, Kenneth. "Kompletter Unfug". Geldpolitik. US-Ökonom Kenneth Rogoff, 66, rät der EZB, die Zinsen notfalls weiter zu senken. Kleinsparer aber sollten von Strafzinsen verschont bleiben. SPIEGEL Interview mit Kenneth Rogoff, DER SPIEGEL Nr. 4 / 18.01.2020, Seite 68f
Roser, Max. Forests. I. Empirical View. I.1. Very long-term perspective of deforestation in specific regions. Our world in Data, Stand 05.01.2019
Roskamm, Nikolai: Dichte. Eine Transdisziplinäre Dekonstruktion. Diskurs zu Stadt und Raum. Urban Studies, Dissertation an der Fakultät der Bauhaus-Universität Weimar, transcript Verlag, Bielefeld, 2011
Rowland, Donald T. Demographic Methods and Concepts. Oxford University Press, New York 2003
Sauvy, Alfred. General Theory of Population. © 1969 Georg Weidenfeld and Nicolson Ltd. London, first published as University Paperback 1974
Schmedt, Michael. Pandemie. Eine schnöde Drucksache. Deutsches Ärzteblatt, Jg. 117, Heft 15, 10.April 2020, S. A745
Schmelzing, Paul. Der Zins sinkt schon seit dem späten Mittelalter. Und er könnte weiter fallen, sagt der Wirtschaftshistoriker Paul Schmelzing von der Universität Yale. Sind die Notenbanken dafür gar nicht entscheidend? Interview DIE ZEIT, Mark Schieritz, mit Paul Schmelzing, DIE ZEIT Nr. 5 vom 23. Januar 2020, Seite 24 Wirtschaft
Sonis, Michael et al. Innovation Diffusion through Schumpeterian Competition. In Lectures Notes in Economics and Mathematical Systems, 395. Economic Evolution and Demographic Change, Hrsg. G. Haag, U. Mueller, K.G. Troitzsch, Springer, 1992
Schuster, Heinz Georg. Deterministisches Chaos. Eine Einführung. VCH Verlagsanstalt mbH, Weinheim, 1994
Statistisches Bundesamt, Auszüge aus Statistische Jahrbücher 2019, 1995 und 1974
Stelter, Daniel. Eiszeit in der Weltwirtschaft. Die sinnvollsten Strategien zur Rettung unserer Vermögen. Campus, Frankfurt, 2016
Stiftung Neanderthal Museum. Talstr. 300, 40822 Mettmann. Permanent Exhibition Book. Be Part of the human family, Stand 2017
Stone, Merlin. When God Was A Woman. The landmark exploration of the ancient worship of the Great Goddess and the eventual suppression of woman's rites. A Harvest Book, Harcourt, Inc., 1976
Taleb, Nassim Nicholas. Der Schwarze Schwan. Die Macht höchst unwahrscheinlicher Ereignisse. dtv 34596. April 2010
Tanner, Nancy M. Wie wir Menschen wurden. Der Anteil der Frau an der Entstehung des Menschen. Campus Verlag 1994
Timofeeff-Ressovsky, Nikolai Vladimirovic; Jablovk, Alexej Vladimirovic; Glotov, Nikolai Vasil'evic: Genetik. Grundlagen, Ergebnisse und Probleme in Einzeldarstellungen. Herausgegeben von Professor Dr. Hans Stubbe, Zentralinstitut für Genetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben der Akademie der Wissenschaften der DDR, Beitrag 8, Grundriss der Populationslehre, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1977
van Schaik Carrel; Michel Kai. Das Tagebuch der Menschheit. Was die Bibel über unsere Evolution verrät. Rowohlt, 6. Auflage, Juli 2017

Vester, Frederic. Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität, DVA, Stuttgart, 6. Auflage Dezember 2000
Wackernagel, Mathis; Beyer, Bert. Footprint. Die Welt neu vermessen. CEP Europäische Verlagsanstalt, 2. vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage mit neuesten Zahlen, Hamburg 2016
White, Matthew. Atrocities. The 100 Deadliest Episodes In Human History. W. W. Norton & Company, New York, © 2012
Wils, J.-P. Buchbesprechung. K.Koch. Der Eid des Hippokrates gestern und heute- sein Einfluss auf das moderne Medizinstrafrecht. Der Internist 4-2020, S. 430
Wood, Gillen D'Arcy. Vulkan Winter 1816. Die Welt im Schatten des Tambora. Theiss, Darmstadt 2015

11. Abbildungsnachweis

Wird erst nach Fertigstellung des Textes erarbeitet und vervollständigt.

12. Anhang

12.1. Programmieranleitung Lösung der logistischen Gleichung

Die Programmieranleitung basiert auf Excel, sie kann aber auch auf anderen Tabellenkalkulationsprogrammen in Analogie angewendet werden.

Wir rekapitulieren die analytische Lösung für das logistische Wachstum

$$N(t) = K/(1 + e^{a-wt}), \text{ mit } a \text{ als Integrationskonstante}$$

Gl. 3

Die nachfolgende Tabelle zeigt den verwendeten Tabellenaufbau. Zunächst werden die drei Anfangsbedingungen, tragende Kapazität K , Integrationskonstante a , und der Wachstumsfaktor w vorgegeben. Der Zeitrahmen ist hier auf $-10 < t < 10$ festgelegt, kann allerdings auch beliebig verändert werden.

A	B	C	D	
1	tragende Kapazität	K	1	Anfangsbedingungen
2	Integrationskonstante	a	0	
3	Wachstumsrate	w	1	
4				
5		t	N(t)	
6		-10	0,00	
7		-9	0,00	
8		-8	0,00	
9		-7	0,00	
10		-6	0,00	
11		-5	0,01	
12		-4	0,02	
13		-3	0,05	
14		-2	0,12	
15		-1	0,27	
16		0	0,50	
17		1	0,73	
18		2	0,88	
19		3	0,95	
20		4	0,98	
21		5	0,99	
22		6	1,00	
23		7	1,00	
24		8	1,00	
25		9	1,00	
26		10	1,00	

Tabelle 13.1: Tabellenkalkulationsblatt für die analytische Lösung

Die eigentliche Programmierzeile D5 für $N(t)$ lautet dann für $t = -10$

$$=D\$1/(1+(EXP(D\$2-D\$3*C6)))$$

Die tragende Kapazität, die hier im Feld D1 hinterlegt wurde, wird durch die einrahmenden \$-Zeichen stets auf den Anfangswert $K = 1$ festgehalten.

Das gleiche gilt für die Integrationskonstante a , die im Feld D2 hinterlegt wurde und den Wachstumsfaktor w , der im Feld D3 hinterlegt wurde. Der Anfangswert $w = 1,0$ wird dann mit der jeweils laufenden Zeit t , hier Feld C6, multipliziert.

Dann kopiert man die oben genannte Programmierung für $N(t)$ für $t = -10$ abwärts bis zur Zeile $t = 10$ und ist fertig. Es erscheinen dann die Ergebniswerte $N(t)$ von $t = -10$ bis 10.

Zur grafischen Darstellung wählt man die beiden Spalten für t und $N(t)$ aus und kann über Einfügen eine empfohlene Diagrammdarstellung auswählen, z. B. folgende:

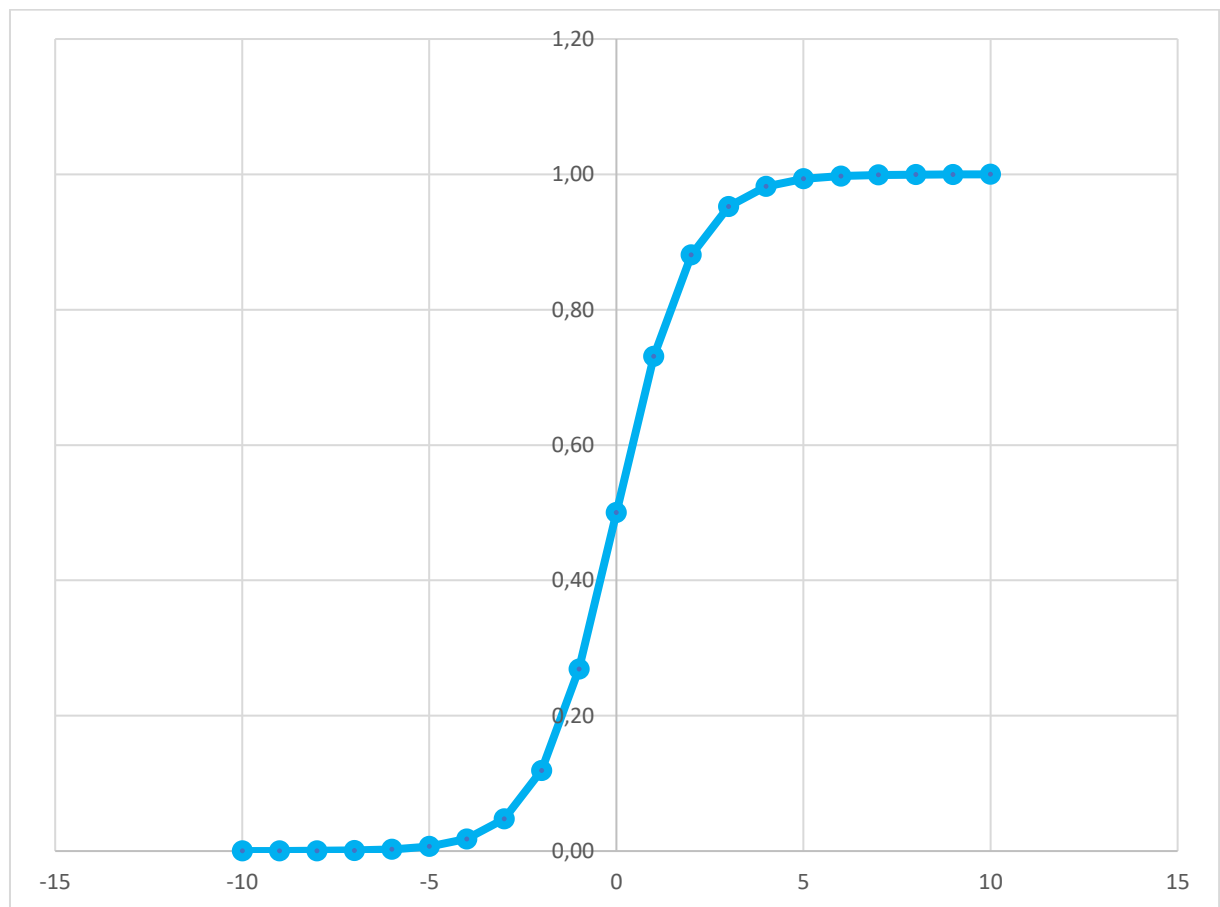


Abbildung 13.1: Kurvenverlauf nach Gl. 3 für $K = 1$, $a = 0$, $w = 1$ und $-10 < t < 10$

Durch Variation der Anfangsparameter K , a und w lassen sich nun die verschiedensten Verläufe analytisch berechnen.

12.2. Herleitung logistische Gleichung

Nach Kinnebrock ¹ ergibt sich folgende Herleitung: Eine Population hat in einer Generation t die Größe N_t . Die Zahl der Individuen in der Folgegeneration N_{t+1} ist demnach proportional zu N_t . Dies lässt sich durch die Gleichung ausdrücken

$$N_{t+1} = r \cdot N_t \text{ mit } r \text{ als Reproduktionsrate.}$$

Die Zahl r ist größer oder gleich eins, denn sonst würde die Population aussterben. Wenn r größer als eins ist, erhalten wir ein exponentielles Wachstum, die Populationsgröße wächst dann über alle Grenzen.

Da die Tragfähigkeit des Versorgungssystems für die Population begrenzt ist können nicht alle Individuen überleben. Die Reproduktionsrate r in obiger Gleichung muss deshalb kleiner werden, je größer die Population wächst. Bezeichnen wir die Mortalitätsrate in der Generation t mit m_t , so ist m_t diesmal proportional zu N_t . Es gilt die Gleichung

$$m_t = m \cdot N_t \text{ mit } m \text{ als Mortalitätsrate.}$$

Für die Populationsgröße erhalten wir jetzt die richtige Gleichung, wenn wir von der Reproduktionsrate r die Mortalitätsrate m_t abziehen:

$$N_{t+1} = (r - m_t) \cdot N_t = (r - m \cdot N_t) \cdot N_t = r \cdot N_t - m \cdot N_t^2 = r \cdot N_t \cdot (1 - m/r \cdot N_t)$$

Das ist die logistische Gleichung. Sie beschreibt das reale Wachstum einer Population N in der Zeit. Setzt man $x_t = m \cdot N_t / r$ so ergibt sich eine einfachere Schreibweise, die besser bekannt ist:

$$x_{t+1} = r \cdot x_t \cdot (1 - x_t)$$

Löst man die letztgenannte Gleichung, so stellt man fest, dass die Kapazitätsgrenze $K = 1$ ist, analog

$$x_{t+1} = r \cdot x_t \cdot (1 - x_t / 1) \text{ oder analog}$$

$$x_{t+1} = r \cdot x_t \cdot (1 - x_t / K), \text{ siehe Gleichung 6.}$$

Wachstum ist das Thema des Buches. Deshalb wurde der Wachstumsfaktor w in Gl. 5 eingeführt:

$$N_{t+1} = w \cdot N_t \cdot (1 - N_t / K) \tag{Gl. 5}$$

An den inhaltlichen Aussagen ändert sich dadurch nichts. Es bleibt stets die Frage zu beantworten, wie man in einem gegebenen System die jeweilige Wachstums- und/oder Reproduktionsrate sowie die tragende Kapazität definiert.

12.3. Herleitung Wertebereich für den Wachstumsfaktor w

Betrachten wir die logistische Gleichung, wenn sie nicht im zeitlichen Verlauf berechnet wird. Aus dieser Betrachtung lassen sich die Grenzwerte für den Wachstumsfaktor w ermitteln.

$f(N) = w * N * (1 - N/K)$ beschreibt die logistische Gleichung ohne Zeitbezug. Mit $w = 1$ und der auf 1 normierten Kapazität K ergibt sich dann die einfache logistische Gleichung, die grafisch eine nach unten geöffnete Parabel ergibt:

$$f(N) = N * (1 - N) = N - N^2$$

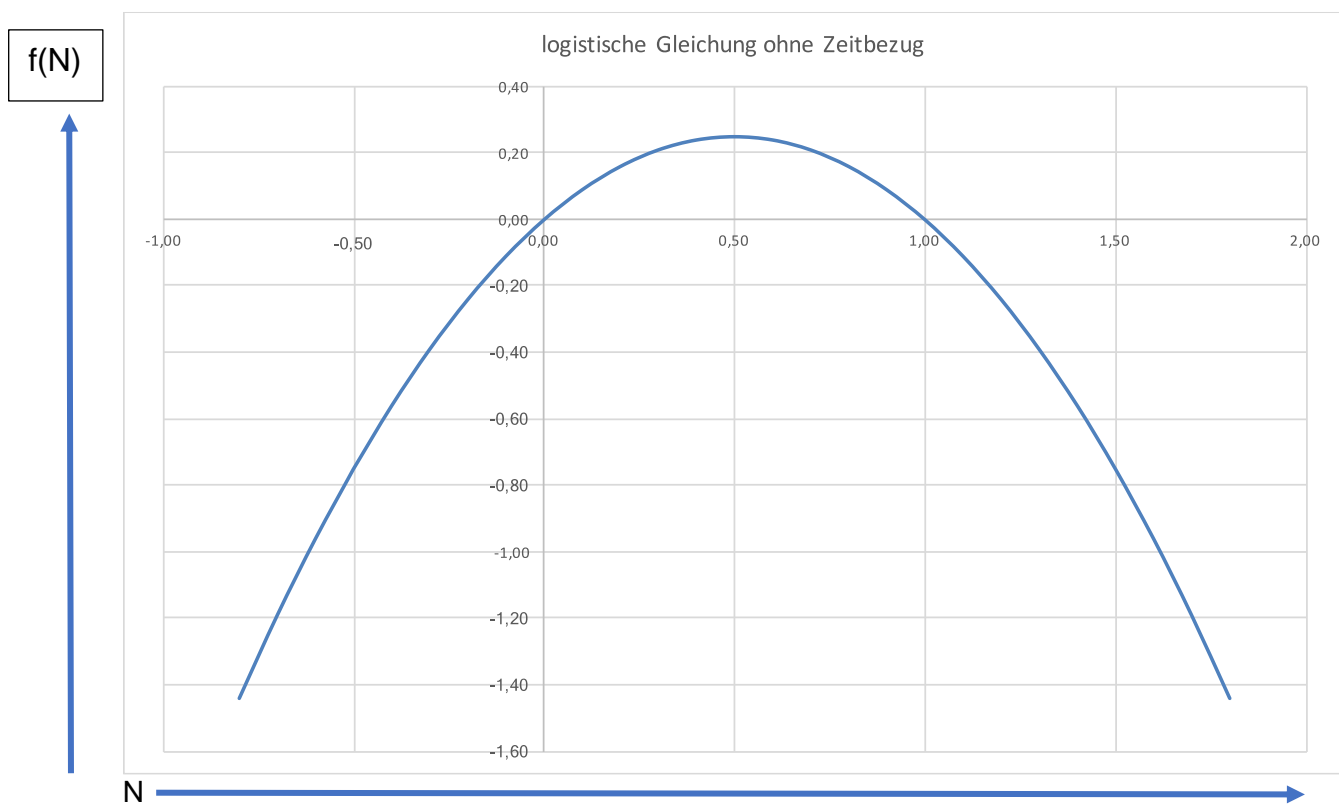


Abbildung 13.2: Logistische Gleichung $f(N) = N - N^2$, dargestellt für $-0,8 < N < 1,8$

Für das biologische Leben kommen nur positive Werte von $f(N)$ in Frage. Die positiven Werte für $f(N)$ liegen zwischen den beiden Nullstellen $f(N=0) = 0$ und $f(N=1) = 0$. Sollte $f(N)$ negativ werden, würde die Population aussterben. Die oben dargestellte Parabel für Werte von $f(N)$ kleiner Null ist insofern nur von mathematischem Interesse. Für unsere weiteren Betrachtungen ist der nachfolgend dargestellte Parabelausschnitt nur mit positiven $f(N)$ relevant.

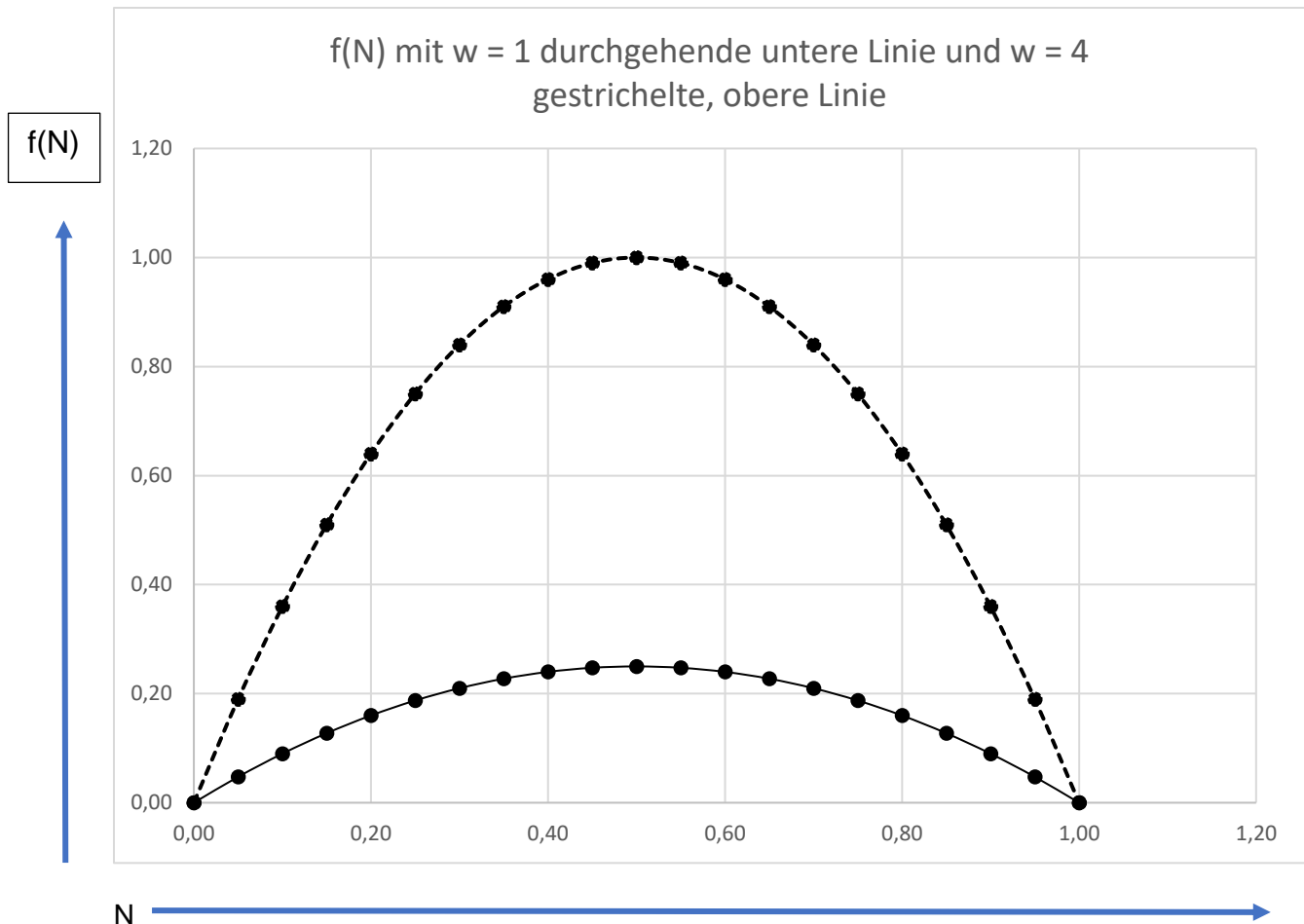


Abbildung 13.3: Logistische Gleichung $f(N) = N - N^2$, dargestellt für positive $f(N)$

Die Parabel erreicht ihren Maximalwert bei $N = 0,5$.

Mit $w = 1$ würde $f(0,5) = 1 \cdot (0,5 - 0,5^2) = 0,25$ erreicht.

Um die vorhandene Tragfähigkeit in Höhe von $K = 1$ voll auszuschöpfen, wäre demnach ein Wachstumsfaktor w von $w = 4$ notwendig.

Mit $w = 4$ ergibt sich $f(0,5) = 4 \cdot (0,5 - 0,5^2) = 1,00$

Man kann somit herleiten, dass der Wachstumsfaktor w nur im Bereich zwischen 0 und 4 sinnvolle Lösungen liefert, siehe die durchgezogene ($w = 1$) bzw. gestrichelte ($w = 4$) Kurve in obiger Abbildung

12.4. Programmieranleitung iterative Lösung der logistischen Gleichung

Die Programmieranleitung basiert auf Excel, sie kann aber auch auf anderen Tabellenkalkulationsprogrammen in Analogie angewendet werden. Wir rekapitulieren die iterative Lösung für die logistische Gleichung, sie lautet als Iterationsgleichung:

$$N_{t+1} = w \cdot N_t \cdot (1 - N_t/K) \qquad \text{Gl. 5}$$

Die nachfolgende Tabelle zeigt den verwendeten Tabellenaufbau bis zur Laufzeit $t = 30$. Zunächst werden die drei Anfangsbedingungen, der Wachstumsfaktor w , der Startwert N_0 und die tragende Kapazität K vorgegeben.

A	B	C	
1	w =	1,70000	Anfangsbedingungen
2	N(0)	0,00001	
3	K	1,00	
4	t	N(t)	
5	1	0,0	
6	2	0,0	
7	3	0,0	
8	4	0,0	
9	5	0,0	
10	6	0,0	
11	7	0,0	
12	8	0,0	
13	9	0,0	
14	10	0,0	
15	11	0,0	
16	12	0,0	
17	13	0,0	
18	14	0,0	
19	15	0,0	
20	16	0,0	
21	17	0,1	
22	18	0,1	
23	19	0,2	
24	20	0,2	
25	21	0,3	
26	22	0,4	
27	23	0,4	
28	24	0,4	
29	25	0,4	
30	26	0,4	

Tabelle 13.2: Tabellenkalkulationsblatt für die iterative Lösung

Die eigentliche Programmierzeile in Feld C5 lautet

$$= \$C\$1 * C2 * (1 - C2 / \$C\$3)$$

Um hier die „Leerzeile“ 4 zu überspringen benutzt man für die Programmierzeile C6

$$= \$C\$1 * C5 * (1 - C5 / \$C\$3)$$

Auch hier werden die Anfangsparameter w und K durch die Einrahmung mit dem $\$$ -Zeichen konstant gehalten. Man kopiert die Programmierzeile C6 ab $t = 2$ bis $t = 30$ und ist fertig. Die Iteration liefert, ausgehend von den vorgegebenen Startwert $N(0)$, dann jeweils den neuen Iterationswert $N(t)$.

Zur grafischen Darstellung wählt man die beiden Spalten für t und $N(t)$ aus und kann über Einfügen eine empfohlene Diagrammdarstellung auswählen, z. B. folgende:

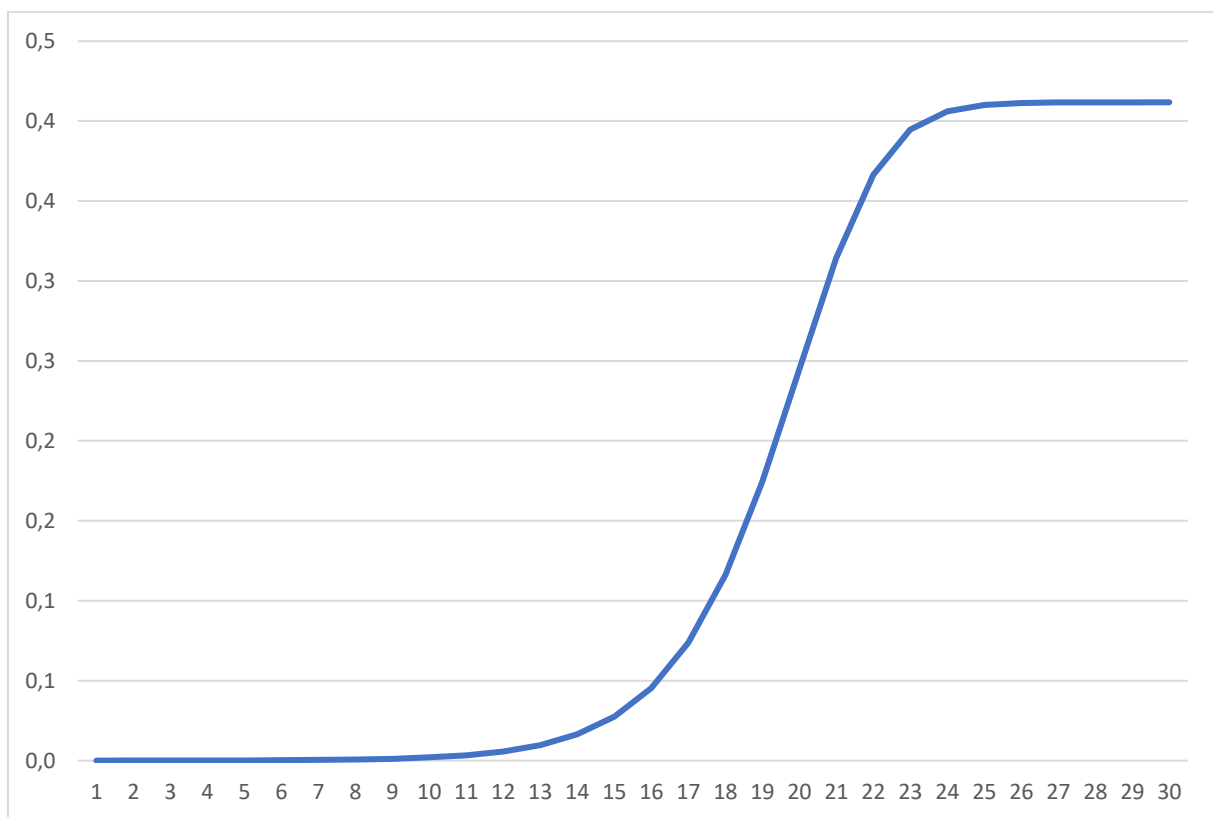


Abbildung 13.4: Iterative Lösung für $w = 1,7$. Der angestrebte Grenzwert G ist 0,41.

12.5. Räuber-Beute-Modell nach Lotka-Volterra

Lotka und Volterra entwickelten unabhängig voneinander ein Modell u. a. anhand einer jahrzehntelangen Datenserie der Hudson-Bay-Company über die gelieferten Felle von Schneehasen und Luchsen. Beide Kurven zeigten eine auffällige, recht regelmäßige Schwingung und schienen miteinander in Zusammenhang zu stehen. Da der Schneehase ein wichtiges Beutetier des Luchses ist, erstaunt dies nicht.

In der folgenden Abbildung ist diese gemessene Räuber-Beute-Dynamik Schneehase und Luchs dargestellt. Es handelt sich dabei um einen Klassiker in der Chaosliteratur. MacLulich² hat 1937 den bekannten Räuber-Beute-Zyklus zwischen Luchs und Schneehasen beschrieben. Dabei hat er alte Aufzeichnungen der Hudson Bay Company, einer Pelzhandelsgesellschaft in Nordkanada, ausgewertet und festgestellt, dass das Pelzangebot von Luchsen als Räuber und Schneehasen als Beute einem extremen, aber offensichtlich noch stabilen, Schwingungsmuster folgt.

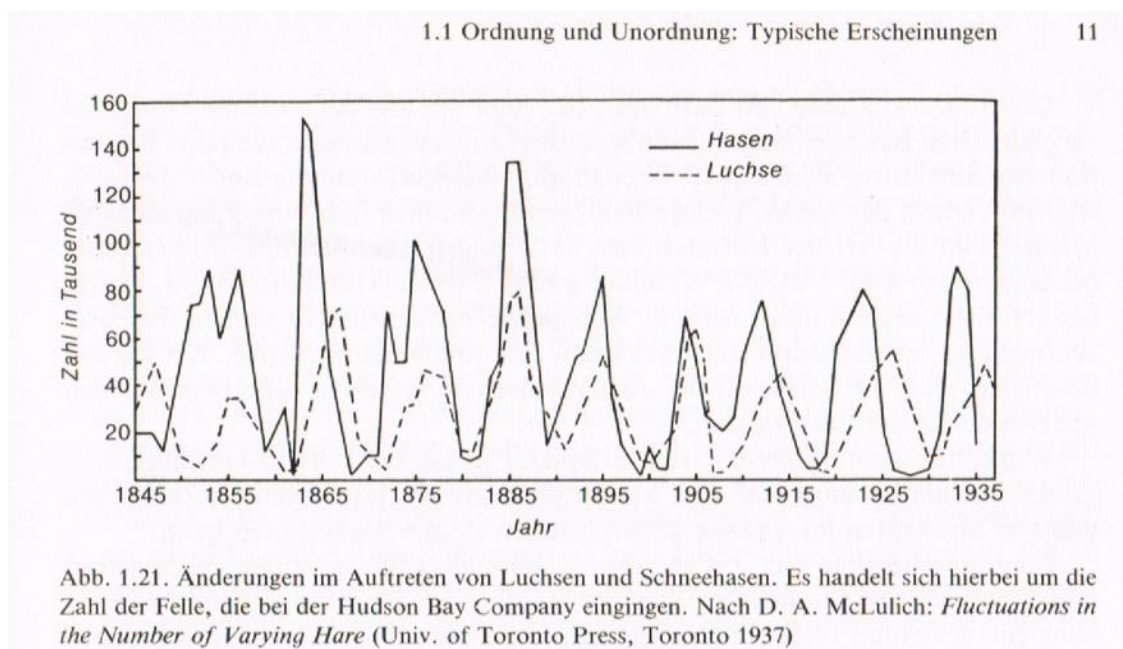


Abbildung 13.5: Räuber-Beute-Dynamik nach MacLulich

Das Räuber-Beute-System, das aus der Kombination von zwei logistischen Gleichungen besteht, wurde unabhängig voneinander 1925 von Lotka, einem Demografen, und 1926 von Volterra, einem Mathematiker, entwickelt.

Ein aktuelles Beispiel für eine Räuber-Beute-Simulation wird von Bednar-Friedl³ beschrieben. Dabei geht es um das Problem der Entscheidungsfindung im städtischen Management. Nachhaltige Entscheidungen werden, bzw. müssen, hier im Spannungsfeld von Ökonomie und Ökologie getroffen.

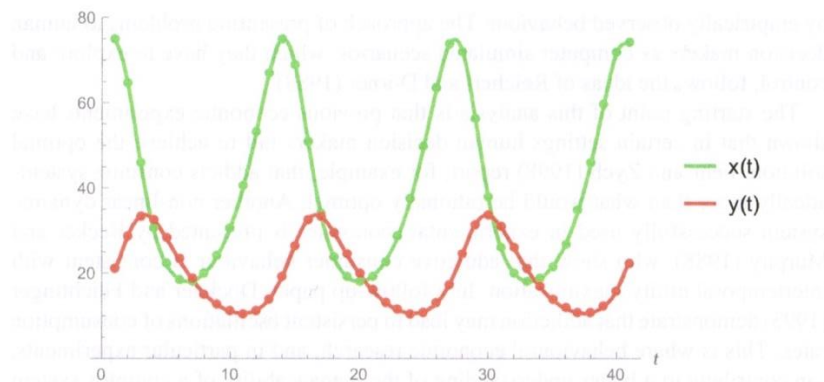


Fig. 4 Development of predator and prey populations over time following the Lotka-Volterra dynamics (1a,1b) (for $x_0 = 70$, $y_0 = 15$, $a = 0.60$, $b = 0.03$, $c = 0.01$, $d = 0.4$)

Abbildung 13.6: Räuber-Beute-Dynamik nach Bednar-Friedl

Das nachfolgende Modell simuliert eine kleine, vereinfachte Nahrungskette mit dem Fuchs als fleischfressendem Räuber und dem Hasen als pflanzenfressendem Beutetier. Ein Fuchs ist darauf angewiesen, eine bestimmte Anzahl Hasen pro Periode zu erlegen, um nicht zu verhungern. Viele Füchse erlegen viele Hasen und reduzieren somit den Hasenbestand. Ein kleinerer Hasenbestand führt aber dazu, dass nicht mehr alle Füchse genug Hasen finden und somit einige verhungern. Damit reduziert sich langfristig auch der Fuchsbestand. Wenn weniger Füchse die Hasen jagen, kann der Hasenbestand sich wieder ausdehnen. Man sieht bereits aus der verbalen Beschreibung des Modells, dass sich daraus sowohl für den Hasen- wie für den Fuchsbestand eine zyklische Schwingung ergibt, wobei die Anzahl der Füchse dem Hasenbestand zeitlich hinterherhinkt.

Das Modell ist gegenüber der Wirklichkeit sehr vereinfacht, z. B. wird das Weideland für die Hasen, die sich durch das Fressen von Pflanzen ernähren, vorausgesetzt. Ferner werden Hasen nicht nur von Füchsen, sondern auch von anderen Räubern gejagt. Mit dem vereinfachten Modell ist man allerdings durchaus in der Lage grundsätzliche Aussagen über die Räuber-Beute-Beziehung zu treffen.

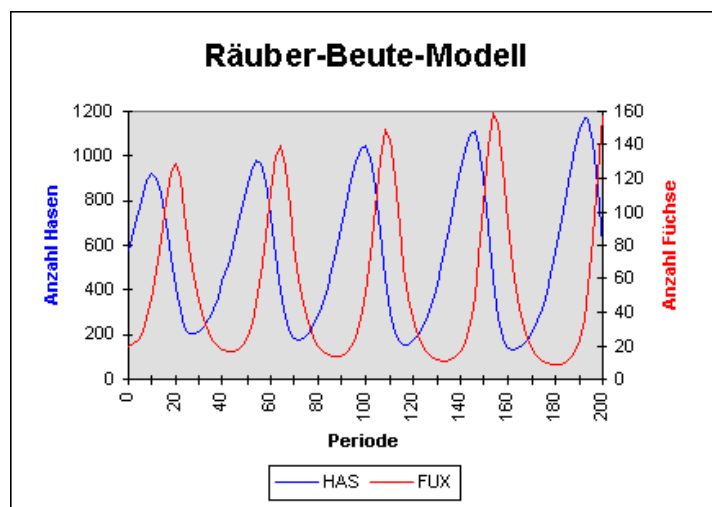


Abb. 13.7: Räuber-Beute-Modell nach Lotka-Volterra, Quelle für diese Abbildung und teilweise für Text: Dr. Silvia Rothen, rothen ecotronics, Bern Schweiz.⁴

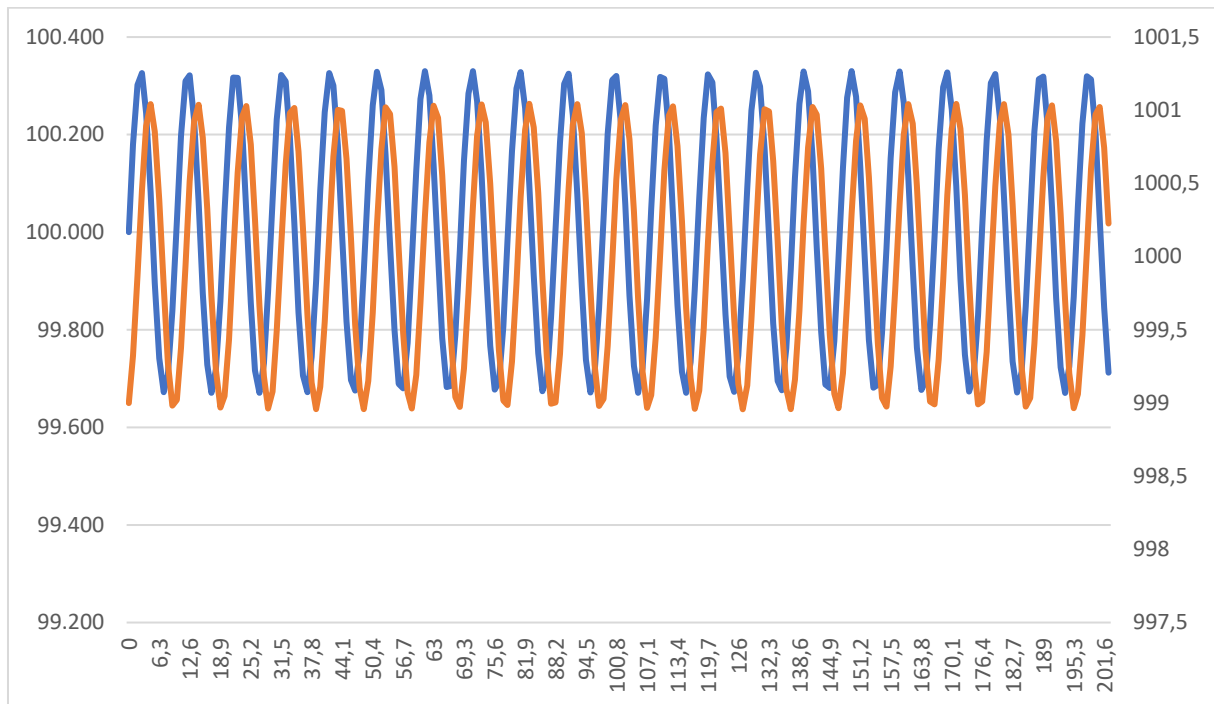


Abbildung 13.9: Die gleiche Räuber-Beute Simulation wie in Abb. 13.8, allerdings mit $dt = 0,9$.

Es lassen sich durch geeignete Parametervorgaben allerdings auch Räuber-Beute-Szenarien entwickeln, die mit dem Pandemieverhalten, siehe nächstes Kapitel, besser vergleichen lassen. In der nachfolgenden Abbildung wird die extreme, ungedämpfte Wiederholung von Wachstumszyklen dargestellt. Die Beutepopulation schwankt in diesem Beispiel zwischen ca. 70.000 und 13.000.000, die Räuberpopulation nur zwischen ca. 700 und 1.400.

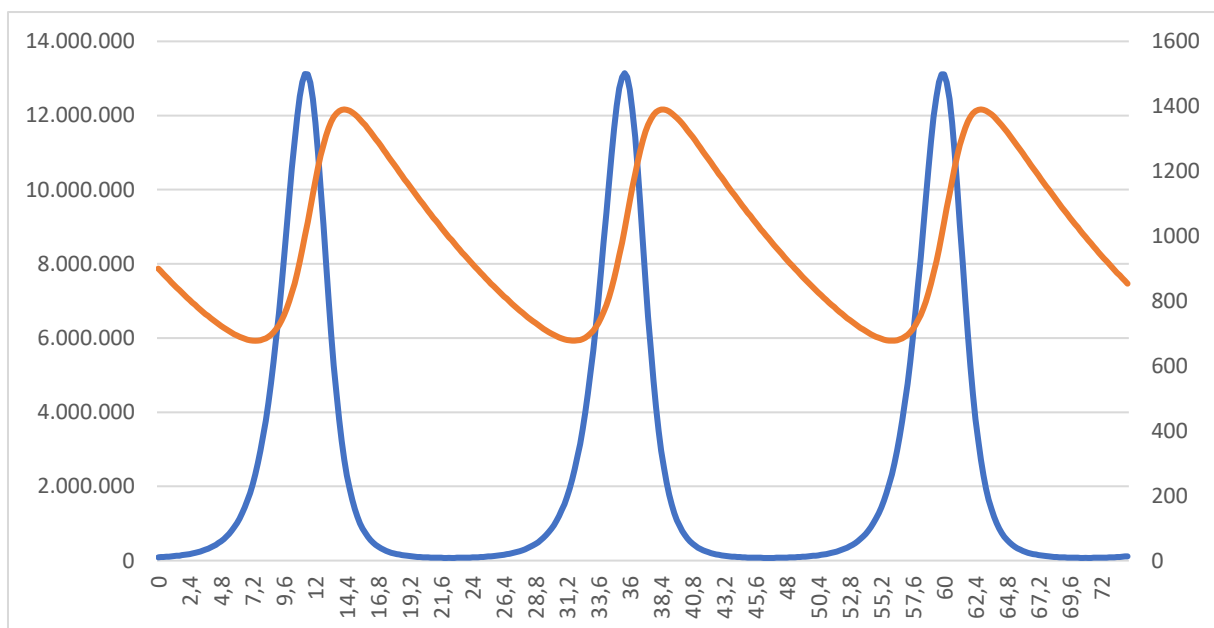


Abbildung 13.10: Extreme Wachstumszyklen für ein Räuber-Beute-System. Beuteskalierung links, Räuberskalierung rechts.

12.6. Modellrechnungen zur Ausbreitung von Infektionskrankheiten

Die mathematische Biologie hat eine ganze Reihe von Modellen entwickelt, um die Ausbreitung von Infektionskrankheiten zu beschreiben.

12.6.1. SI-Modell

Das einfachste Modell ist das SI-Modell, das auf die bekannte logistische Differenzialgleichung zurückgeführt werden kann.

Die Abkürzungen für den Modellnamen stehen für die Gruppen von Individuen, die mit dem Modell erfasst werden:

- $S(t)$ ist die Anzahl der gegen das Virus nicht immunen Gesunden (susceptible individuals).
- $I(t)$ ist die Anzahl der angesteckten Infizierten (infectious individuals).

Das SI-Modell lässt sich durch die Lösung der resultierenden Differenzialgleichung analog Gl. 4 lösen. Damit kann der Verlauf der Infektionen $I(t)$ nachvollzogen und in einem gewissen Grad auch prognostiziert werden. Die von Prof. Weihs, Uni Dortmund, erarbeitete Prognose arbeitet nach diesem Modell. ⁵

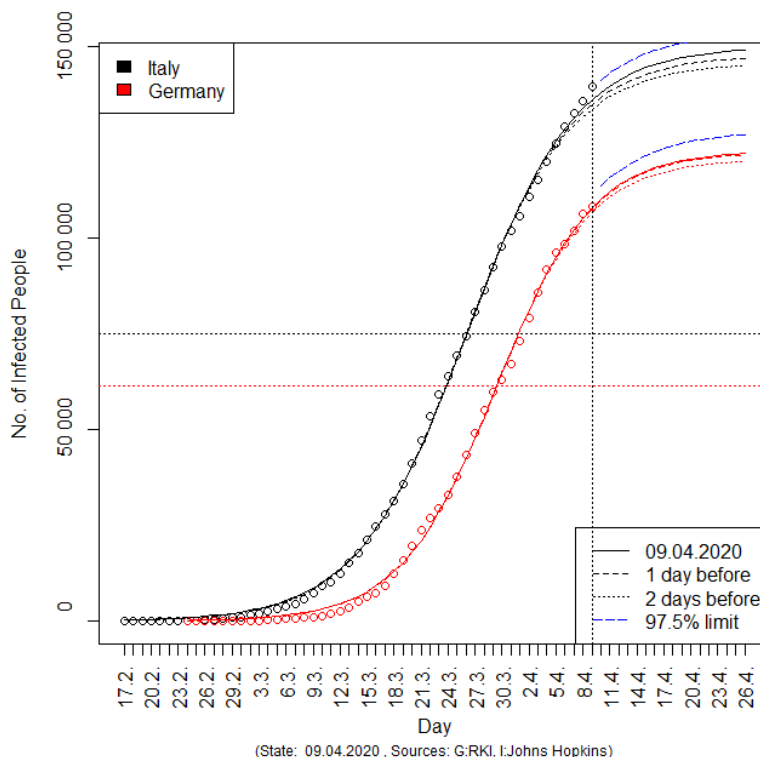


Abbildung 13.11: Infektionsverlauf, Stand 09.04.2020, Prof. Weihs, Uni Dortmund

12.6.2.SIS-Modell

Das SIS-Modell ist eine Erweiterung des SI-Modells und verdeutlicht den Verlauf der Infizierten und der Gesunden. Die Lösung der entsprechenden Differentialgleichung sieht, - vereinfacht -, wie die Lösung des SI-Modells analog zu Gl. 3 aus, es wird zusätzlich die Zahl der Gesunden durch Verwendung eines Gesundungsfaktors für die Infizierten errechnet.

Im Ergebnis erhält man Verlaufskurven mit ähnlichem Aussehen. Im folgenden Beispiel wird der Best Case unterstellt: Alle Gesunden infizieren sich mit der Zeit, werden aber auch wieder gesund und zwar zu 100%. Die rote Verlaufskurve zeigt die Entwicklung der Gesunden, die sich mit der Zeit alle infizieren. Die Kurve beginnt also für $t = 0$ bei 1 oder 100% für die gesamte Bevölkerung und fällt mit der Zeit auf null. Die grüne Verlaufskurve ist das Gegenstück dazu. Sie zeigt den Anstieg der Infizierten, der für $t = 0$ bei null beginnt und bei kompletter, 100%-iger Herdeninfizierung der gesamten Bevölkerung und derer kompletten Gesundung aufhört.

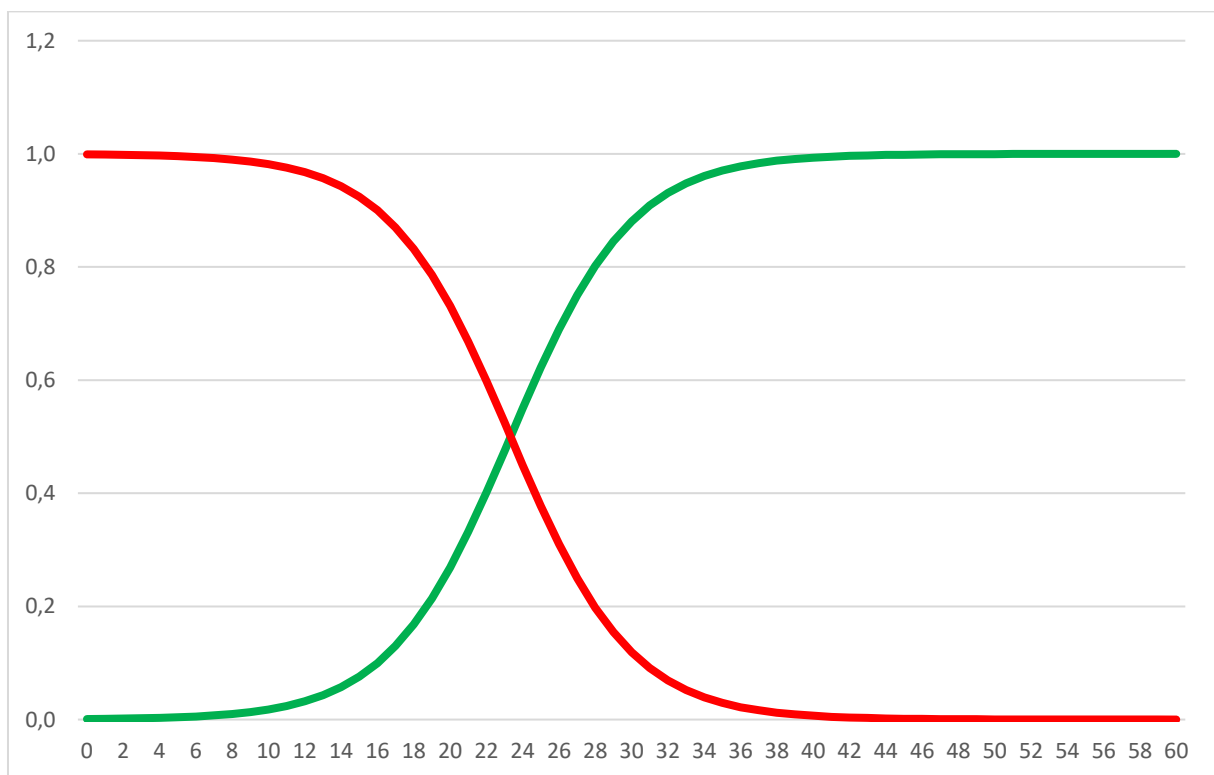


Abbildung 13.12: Idealtypische Darstellung des vereinfachten SIS-Modell

12.6.3.SIR-Modell

Die Modellrechnungen, die in der Risikoanalyse „Pandemie durch Virus Modi-SARS“ in 2012 verwendet wurden, entsprechen dem SIR-Modell, Susceptibel-Infected-Recovered. Nachfolgend sind die Abbildungen 1 und 2 mit der jeweiligen Erläuterung aus der Risikoanalyse dargestellt.⁶

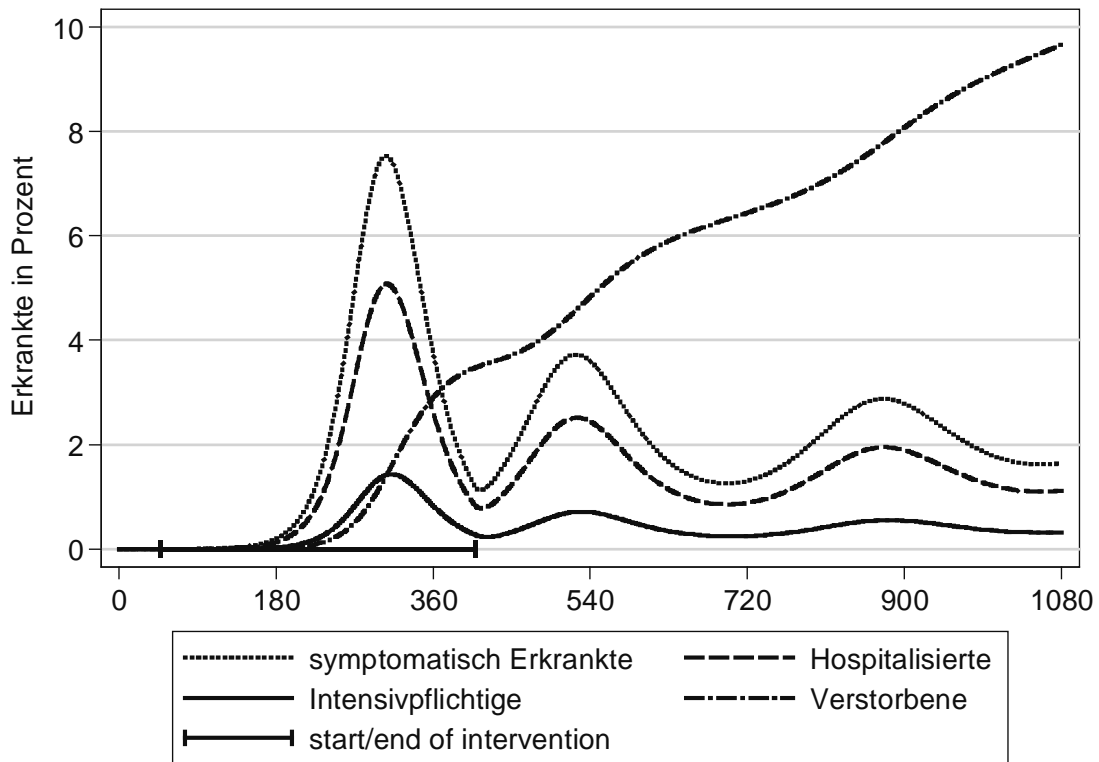


Abbildung 1

⁵ Die Modellierung des Verlaufs geht von folgenden Annahmen aus: Die Gesamtbevölkerung wird mit 80 Millionen angenommen. Durchschnittlich beträgt die Latenzzeit 3 Tage, die Zeit vom Einsetzen der Infektiosität bis zur Ausprägung von Symptomen 0,1 Tage, die Länge der infektiösen Phase beträgt 13,1 Tage, die Krankheitsdauer beträgt 13,5 Tage; bei Personen, die hospitalisiert werden müssen, beträgt die Dauer 19 Tage, die durchschnittliche intensivmedizinische Betreuung dauert 13,5 Tage. Es wird angenommen, dass eine Person nach Durchleben der Infektion mit *Modi-SARS* für 360 Tage immun ist, danach kann diese Person durch eine mutierte Version des Virus wieder infiziert werden. Die Modellierung erfolgt anhand der Bevölkerungsdichte, sie bezieht Faktoren wie unterschiedliche Krankheitsverläufe in verschiedenen Altersgruppen oder unterschiedliche Mobilität (von Altersgruppen oder in bestimmten Regionen) nicht ein. Es handelt sich um ein Susceptible-Infected-Recovered (SIR)-Modell, erstellt wurde es mit Stata 12 Software.

Abbildung 13.13: Abb. 1 aus der Risikoanalyse

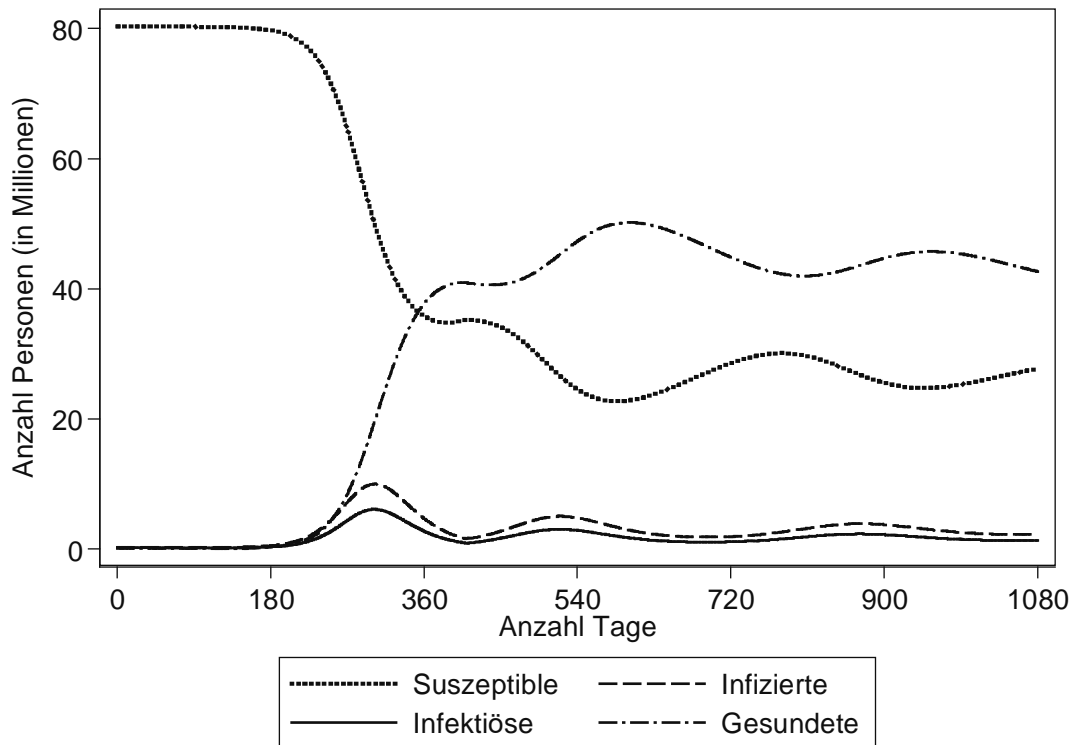


Abbildung 2

Abbildungen: Verlauf der Pandemie über die Zeit.

Die Abbildungen zeigen den Verlauf des Ausbruchs in stark vereinfachter Form. Prozentuale Angaben sind in Abb. 1 gezeigt; angegeben wird die Anzahl Erkrankter gemessen an der Gesamtbevölkerung zu einem bestimmten Zeitpunkt, hiervon wird die Anzahl der Hospitalisierten und hiervon wiederum die Anzahl der Intensivbetreuungspflichtigen angegeben. Die Zahlen für Verstorbene akkumulieren sich über die Zeit. In Abb. 2 wird die absolute Zahl der Betroffenen angegeben. Zum Beispiel geht man vor Einsetzen der Pandemie von rund 80 Millionen suszeptiblen Personen aus (Gesamtbevölkerung, da keine Grundimmunität gegeben ist). Die Kurve der suszeptiblen Personen bewegt sich wellenförmig, da diese trotz durchgemachter erster Infektion durch Virusmutation wieder suszeptibel werden, d.h. re-infiziert werden können.

Abbildung 13.14: Abb. 2 aus der Risikoanalyse

Man kann die genannten drei Modelle an sich beliebig weiter verfeinern. Zurzeit werden in der Fachliteratur und der Epidemiologie folgende weitere Modelle diskutiert und angewendet:

- SIRS-, oder
- SEIR-Modell, mit $E(t)$ Anteil der Exponierten, die bereits infiziert sind, aber noch nicht infektiös sind, d.h. die Infektion wird noch nicht weitergegeben. Beim Coronavirus ist offensichtlich ein Mensch nach seiner Infektion sofort auch infektiös und kann das Virus auch sofort weitergeben.

12.7. Zinsentwicklung ab 1.300 bis heute

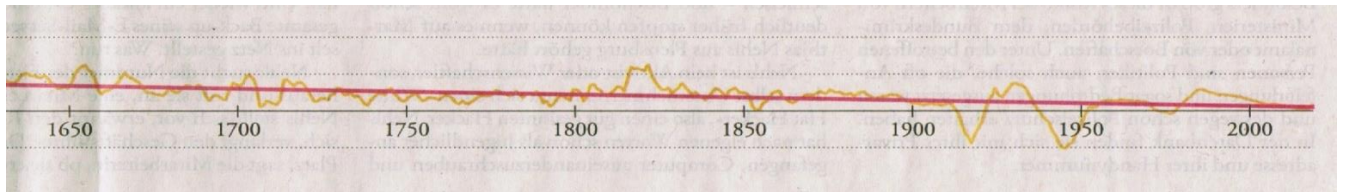
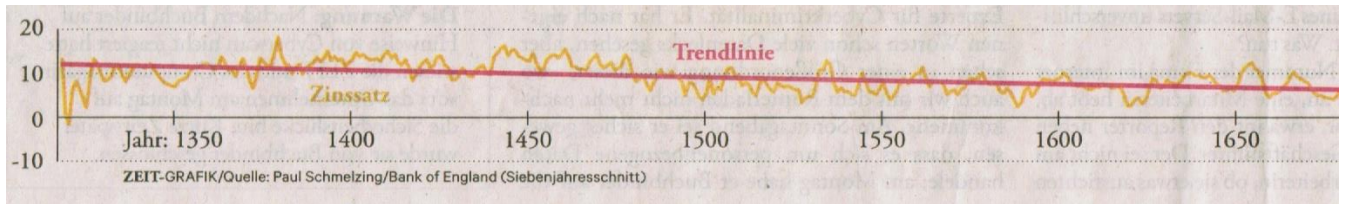


Bild 5: Paul Schmelzing. DIE ZEIT, 23.01.2020, Nr. 5, Seite 24 Wirtschaft ⁷

12.8. Textauszüge Keynes

Die nachfolgende Tabelle stellt einige Formulierungen von Keynes mit den heute bekannten Inhalten des logistischen Wachstums gegenüber:

Seite Neu- übersetzung	Formulierung von Keynes 1936	Heute bekannte Inhalte zum logistischen Wachstum
29	Die klassischen Theoretiker gleichen euklidischen Mathematikern in einer nichteuklidischen Welt, die entdecken, dass scheinbar parallele Geraden sich in Wirklichkeit oft treffen und denen kein besseres Mittel einfällt, als die Linien zu tadeln, dass sie nicht gerade bleiben.	<p>Keynes bezieht sich hier auf die Definition von Parallelen. Das sind Geraden, die sich erst im Unendlichen treffen.</p> <p>Die klassischen Theoretiker vergleichen das Wirtschaftssystem mit einem Uhrwerk, das mechanisch aufgebaut ist. Wenn man die richtigen Stellschrauben gefunden hat, kann man das System durch Justierung der Stellschrauben in ein gewünschtes Gleichgewicht bringen. Rückkopplungen und damit verbundene Verstärkungs- und/oder Verminderungsprozesse werden ignoriert.</p> <p>Die einfachste nichtlineare Differentialgleichung, wie sie die logistische Gleichung darstellt, Gl. 4, ist mit den Regeln der euklidischen Mathematik nur lösbar mit Gl. 3.</p> <p>Die iterative Lösung, siehe Gl. 5, ist in der euklidischen Welt als Rückkopplungsprozess nicht „denkbar“.</p>
173	... und zwar um eine Summe, die gleich der Differenz zwischen den Quadraten des alten und des neuen Zinssatzes ist. Beträgt der Zinssatz für langfristige Darlehen beispielsweise 4%, ist der Verzicht auf Liquidität günstiger, außer es besteht Anlass zur Sorge, dass der langfristige Zinssatz um jährlich mehr als 4% seiner selbst steigt, d.h. um einen Betrag, der größer als 0,16 % pro Jahr ist. Bei einem Zinssatz von gerade einmal 2% gleicht der laufende Ertrag dagegen nur eine Erhöhung des Zinssatzes um 0,04% pro Jahr aus.	<p>Gl. 5: $N_{t+1} = w \cdot N_t \cdot (1 - N_t/K)$ mit $K = 1$ ergibt: $N_{t+1} = w \cdot N_t - w \cdot (N_t)^2$</p> <p>Der Term „$- w \cdot (N_t)^2$“ ist der springende Punkt in der logistischen Gleichung.</p> <p>Keynes quadriert ebenfalls die in seiner Argumentation relevanten Zinssätze und vergleicht alt mit neu in Analogie zu einem Iterationsschritt.</p>
177	Die auffälligsten Beispiele eines vollständigen Zusammenbruchs der Stabilität des Zinssatzes infolge eines Abflachens der Liquiditätsfunktion in die eine oder andere Richtung traten unter sehr ungewohnten Umständen auf.	Keynes beschreibt hier den Übergang vom Räuber-Beute-Verhalten „in die eine oder andere Richtung“ als Schwingung, hin zum deterministischen Chaos, mit

		$3,6 \leq w \leq 4$
184	Fällt der Zinssatz indes unter null (sofern das technisch möglich ist), ist das Gegenteil der Fall.	Wir sehen heute im Jahr 2020, dass ein negativer Zinssatz technisch durchaus möglich ist und bereits flächendeckend eingesetzt wird. Wir befinden uns im logistischen Wachstumsbereich von $0 < w < 1$.
184/185	Wahrscheinlicher ist, dass es zyklische Schwankungen um diese Gleichgewichtsposition gibt. Denn solange noch ein Spielraum für Ungewissheit über die zukünftige Entwicklung existiert, wird die Grenzleistungsfähigkeit des Kapitals gelegentlich über null steigen und zu einem „Boom“ führen. Und im darauffolgenden „Abschwung“ kann der Kapitalstock eine Zeitlang unter das Niveau fallen, welches dauerhaft die Grenzleistungsfähigkeit von null ergibt.	Keynes beschreibt hier mit anderen Worten das Räuber-Beute-Verhalten, $2,5 < w \leq 3,57$
187	Wir würden so in den Zustand einer quasi-stationären Gesellschaft gelangen, in der Veränderungen und Fortschritt nur von Veränderungen in Hinblick auf Technik, Geschmack, Bevölkerung und Institutionen herrühren würden.	Keynes beschreibt den stationären Bereich des logistischen Wachstums, $1 < w \leq 2,5$, für die stationäre Bevölkerung.
201	Denn dann würde jede kleine Schwankung bei Konsumneigung und Investitionsanreiz die Geldpreise heftig zwischen null und unendlich fluktuieren lassen.	Keynes beschreibt das deterministische Chaos mit $w = 4$ mit seinen extremen Schwankungen des Geldpreises zwischen null und unendlich, die durch kleine Schwankungen ausgelöst werden. Das ist die Darstellung des Schmetterlingseffekts: „kleine Schwankung“.
208	Die Gleichgewichtslage wird von diesen (Rückwirkungen) Auswirkungen beeinflusst, und es gibt noch weitere (Rückwirkungen) Auswirkungen. Überdies können sich alle genannten Faktoren ohne Vorwarnung schnell verändern, und das teilweise in beträchtlichem Umfang.	Die iterative Lösung der logistischen Gleichung ist ein Kreisprozess, der durch Rückkopplung, sprich Rückwirkungen, basiert. Die ältere, deutsche Übersetzung ⁸ benutzt den Begriff Rückwirkungen, den ich angemessener finde, als den neu verwendeten Begriff Auswirkungen.
209	Schwankungen vollziehen sich anfangs oft in einem kräftigen Tempo, erscheinen aber abzuflauen, bevor sie Extremwerte erreichen, so dass der Normalzustand ein Zwischending, weder hoffnungslos noch zufriedenstellend, zu sein scheint. Die Theorie, wonach Konjunkturzyklen regelmäßig verlaufen, basiert darauf, dass sich Schwankungsbewegungen vor dem Erreichen von	Es wird der Übergangsbereich zwischen Räuber-Beute-Dynamik und deterministischem Chaos beschrieben.

	Extremen erschöpfen und schließlich die Richtung wechseln.	
248	Es ist ein großer Fehler der formelhaften pseudomathematischen Methoden zur Formalisierung eines Systems ökonomischer Analyse, ..., dass sie explizit von der strikten Unabhängigkeit aller betrachteten Faktoren ausgehen.	Im realen Leben ist Alles mit Allem verbunden und steht in Wechselwirkung.
263	Aber ich meine, dass eine typischere und oft wesentliche Erklärung für Krisen weniger ein Zinsanstieg als vielmehr ein plötzlicher (Zusammenbruch) Einbruch der Grenzleistungsfähigkeit des Kapitals ist.	Die alte Übersetzung benutzt den Begriff Zusammenbruch, den ich angemessener finde. Es wird das Phänomen des logistischen Wachstums beschrieben, dass bei Annäherung an die jeweils spezifische Tragfähigkeit, hier die Grenzleistungsfähigkeit des Kapitals, das System extrem instabil wird und ein Zusammenbruch naturgesetzlich erfolgt, analog mit $w = 4$.

Tabelle 13.3: Formulierung Keynes im Vergleich zum logistischen Wachstum

12.9. Überschuss der Geborenen (+) bzw. Gestorbenen (-)

Jahr	Überschuss
1950	368.372
1960	384.893
1965	417.504
1970	72.073
1971	47.900
1972	-30.100
1975	-207.339
1980	-86.582
1990	-15.770
2000	-71.798
2010	-180.821
2017	-147.379

Tabelle 13.4: Überschuss der Geborenen (+) bzw. Gestorbenen (-), Auszug aus Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 2019 Seite 33, sowie Jahrbuch 1995, Seite 69, und Jahrbuch 1974, Seite 43.

Ab dem Jahr 1972 schrumpft die einheimische deutsche Bevölkerung. Das weitere Bevölkerungswachstum ergibt sich ausschließlich durch Zuwanderung.

Zur Prognose der weiteren Bevölkerungsentwicklung bis 2060 werden vom Statistischen Bundesamt drei unterschiedliche Varianten angewendet. Bei den Varianten 1 und 2 schrumpft die Bevölkerung, bei Variante 3 ergibt sich eine leichte Bevölkerungszunahme durch hohe Zuwanderung.

IST-2017	82.792.000
Bevölkerungsvoraus- berechnung Variante	Bevölkerungszahl insgesamt in 2060
1	74.393.000
2	78.213.000
3	83.012.000

Tabelle 13.5: Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes, Statistisches Jahrbuch 2019, Seite 26 und 57.

12.10. Negative Zinsen und / oder positive Inflation

Negative Zinsen, also negative Habenzinsen, und /oder eine positive Inflation, haben die gleiche Wirkung und können sich, je nach Situation, auch verstärken. Sie reduzieren das Buchgeld auf der Bank und zwar kontinuierlich bis auf null. In der folgenden Abbildung sind für sechs verschiedene negative Zinssätze, 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0 und 16,0 % die entsprechenden Verfallskurven für ein Bankguthaben ersichtlich. Die Kurvenschar entspricht analog dem Bereich $0 < w < 1$ beim logistischen Wachstum, siehe Abbildung 3.4.

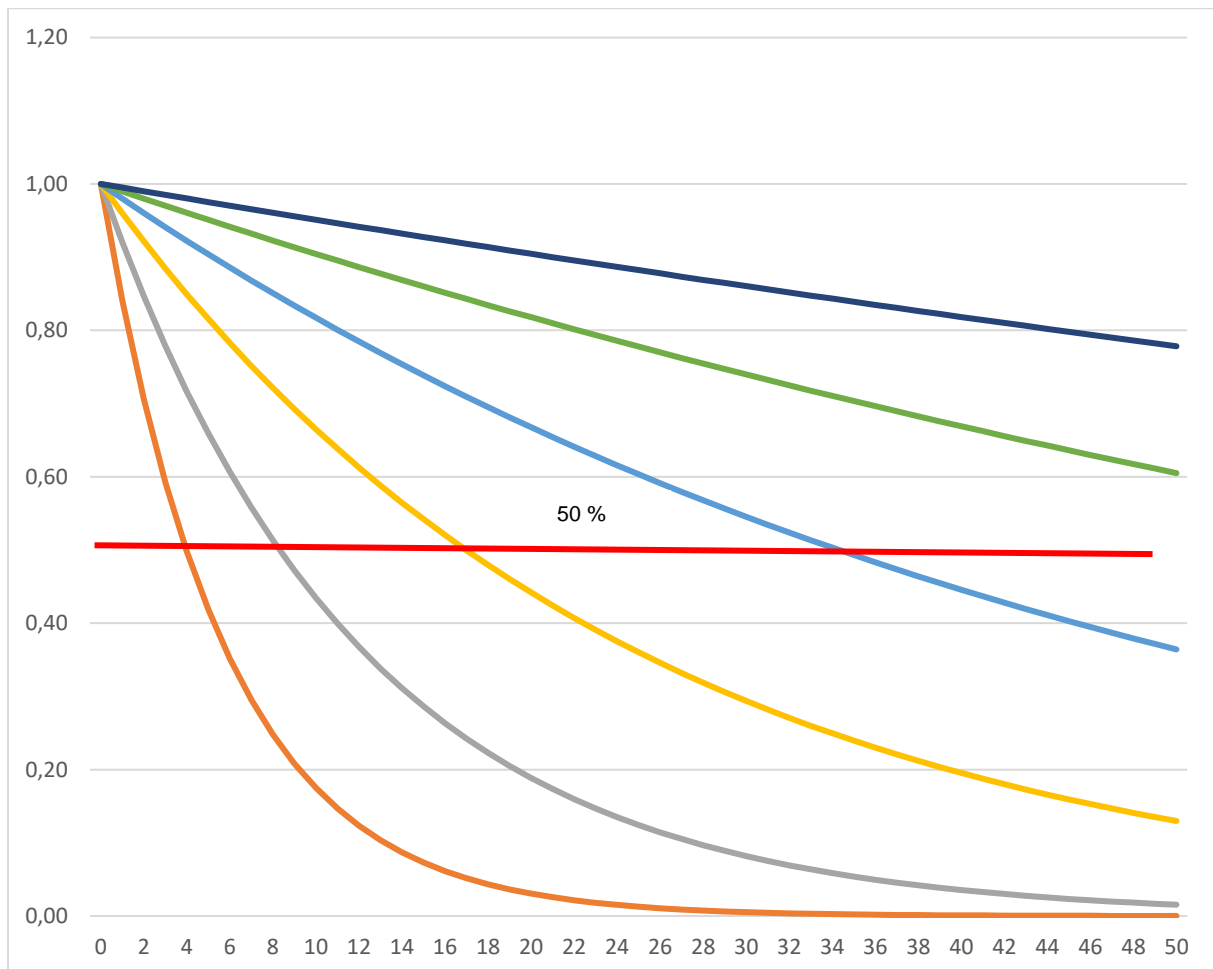


Abbildung 13.15: Verfallskurven für ein Bankguthaben bei sechs negativen Zinssätzen oder positiven Inflationsraten, was das Gleiche ist.

Das Anfangskapital von 1,00 wird auf die Hälfte, auf 50%, halbiert nach ca.

- 4 Jahren bei 16 %
- 8 Jahren bei 8%
- 17 Jahren bei 4 %
- 34 Jahren bei 2%

Bei 2% Inflationsrate muss ein Arbeitnehmer demnach im Schnitt für sein gesamtes Arbeitsleben von ca. 45 Jahren mindestens jährlich 2% mehr verdienen, um überhaupt einen realen Mehrverdienst zu erwirtschaften.

„Seit 1949 liegt die Inflationsrate in Deutschland laut Statistischem Bundesamt bei durchschnittlichen 2,39 %.“⁹

Mit anderen Worten: Man braucht einen Habenzins von genau diesen 2,39 %, um den Buchwert des Geldguthabens auf der Bank konstant zu halten. Die Zentralbanken versuchen die Inflationsrate im Bereich von 1,5 bis 2 % zu halten.

Warum eigentlich?

Warum braucht unser Finanzsystem einen permanenten und gesteuerten, also gewollten, Wertverlust durch Inflation? Oder ist das der Preis oder der Versuch, dem überbordende Phänomen des Zinseszinses auf Haben-Seite, entgegenzusteuern und damit erträglicher zu gestalten?

Hier fehlt mir noch eine überzeugende Argumentation.

12.11. Die Kriegsgeschichte Europas von 1500 bis 2000

Die nachfolgende Tabelle beruht auf der Auswertung von drei Literaturquellen:

1. White, Matthew. Atrocities, The 100 deadliest Episodes in human history, W. W. Norton & Company, New York, London, 2012. Ranking ab Seite 529ff
2. Schäfer, Hermann. Der grosse Ploetz, Die Daten-Enzyklopädie der Weltgeschichte, 32. neubearbeitet Auflage, Komet Verlag, Frechen, 1998. Europäische Neuzeit etwa 1500 bis 1945, ab Seite 651
3. R. G. Grant. Kriege und Schlachten, DK, München 2006

In der nachfolgenden Tabelle ist die Zeitdauer der jeweiligen kriegerischen Auseinandersetzung sowie die zitierte Seite der jeweiligen Quelle aufgeführt. Im Ergebnis wird eine summierte Zeitdauer aller Kriege von knapp ca. 500 Jahren erreicht. Man kann dieses Ergebnis sicherlich nicht als ein exaktes Ergebnis betrachten, sondern mehr als Warnhinweis, m.E. aus zwei wesentlichen Gründen:

1. Die historischen Daten sind nie genau und unterliegen dem Qualitätsanspruch des jeweiligen Autors.
2. Die Zahl der gewaltsamen Auseinandersetzungen war im Zeitraum 1500 bis 2000 auf Grund des herrschenden Faustrechts und der Verfügbarkeit von gewaltbereiten und erpressbaren Menschen mit Sicherheit deutlich höher. Nur die „größeren“ Auseinandersetzungen haben deshalb ihren geschichtlichen Niederschlag als „Krieg“ in den Geschichtsbüchern gefunden.

lfd. Nr.	VON	bis	Dauer	Kriegsbezeichnung	1. Quelle, Seitenangabe	2. Quelle, Seitenangabe	3. Quelle, Seitenangabe
1	1939	1945	6	2. Weltkrieg	1.		
2	1928	1953	25	Josef Stalin, Liquidierung der Kulaken	7., S. 382		
3	1914	1918	4	1. Weltkrieg	12.		
4	1918	1920	2	Russischer Bürgerkrieg	16.		
5	1618	1648	30	Dreißigjähriger Krieg	17.		
6	1792	1815	23	Napoleonische Kriege	26.		
7	1562	1598	36	Französische Religionskriege	31.		
8	1682	1725	43	Peter der Große, Modernisierer, Bau St. Petersburg, Nord. Krieg	32., S. 242		
9	1756	1763	7	Siebenjähriger Krieg	41.		
10	1701	1713	12	Spanischer Erbfolgekrieg	63.		
11	1740	1748	8	Österreichischer Erbfolgekrieg	73.		
12	1877	1878	1	Russisch-Türkischer Krieg	74.		
13	1870	1871	1	Französisch-Preussischer Krieg	80.		
14	1649	1652	3	Cromwells Invasion in Irland	83.		
15	1919	1922	3	Griechisch-Türkischer Krieg	86.		
16	1682	1699	17	Großer Türkenkrieg gegen Österreich, Belagerung Wiens	89.		
17	1700	1721	21	2. oder Großer Nordischer Krieg, Russland gegen Schweden	90.		
18	1936	1939	3	Spanischer Bürgerkrieg	91.		
19	1854	1856	2	Krimkrieg	98.		
20	1672	1678	6	Französisch-Niederländischer Krieg	S. 557		
21	1688	1697	9	Krieg der Großen Allianz Augsburg	S. 557		
22	1494	1516	22	Kampf um Italien, Karl VIII gegen Italien		672	
23	1521	1526	5	1. Krieg Karls V., der Habsburgerkaiser, gegen Franz I. von Frankreich		674	
24	1522	1523	1	Ritterkriege		806	
25	1524	1525	1	Bauernkriege		806	
26	1526	1529	3	2. Krieg Karls V., der Habsburgerkaiser, gegen Franz I. von Frankreich		674	
27	1536	1538	2	3. Krieg zwischen Frankreich und Habsburg		675	
28	1542	1544	2	4. Krieg zwischen Franz I. und Karl V.		676	
29	1546	1547	1	Schmalkaldischer Krieg		676, 811	
30	1552	1552	0	Fürstenkrieg		812	
31	1552	1556	4	Krieg Karl V. gegen Frankreich		677	
32	1558	1582	24	Krieg Russland um Livland		979	
7	1562	1598	0	Hugenottenkriege		679	
33	1568	1648	80	80-jähriger Spanisch-Niederländischer Krieg		1034	
34	1583	1583	0	Kölnener Krieg		815	
35	1611	1613	2	Kalmarkkrieg Dänemark gegen Schweden		1048	
5	1618	1648	0	Dreißigjähriger Krieg		681, 816	
36	1642	1646	4	1. Bürgerkrieg in England		963	
37	1648	1648	0	2. Bürgerkrieg in England		963	
38	1652	1654	2	1. Englisch-Niederländische Krieg		1036	
39	1655	1660	5	1. Nordischer Krieg zwischen Polen Schweden und Russland		1062	
40	1663	1664	1	Türkenkrieg gegen Habsburg		822	
41	1665	1667	2	2. Englisch-Niederländischer Krieg		685, 1036	
42	1667	1668	1	Devolutionskrieg, Erbfolgekrieg zwischen Frankreich und Spanien		685, 824, 1036	
20	1672	1678	0	Niederländischer Krieg Frankreich gegen Holland		685, 1036	
16	1683	1699	0	Türkenkrieg gegen Habsburg		685, 822	
21	1688	1697	0	Pfälzischer Krieg, europäische Koalition gegen Frankreich		685	
17	1700	1721	0	2. oder Großer Nordischer Krieg		686, 981, 1063	
10	1701	1714	0	Spanischer Erbfolgekrieg		686, 826	
43	1716	1718	2	Türkenkriege		827	
44	1733	1735	2	Polnischer Erbfolgekrieg		687, 827	
11	45	1740	1748	0	Österreichische Erbfolgekriege	687, 828	
46	1740	1742	2	1. Schlesischer Krieg		687, 828	
47	1744	1745	1	2. Schlesischer Krieg		687, 828	
9	1756	1763	0	Siebenjähriger Krieg		687, 829	
48	1768	1774	6	Russisch-Türkischer Krieg		688, 985	
49	1780	1784	4	4. Englisch-Niederländische Krieg		1037	
50	1778	1779	1	Bayerischer Erbfolgekrieg		830	
51	1787	1792	5	2. Türkenkrieg Russland gegen Türkei		985	
6	1792	1797	0	1. Koalitionskrieg		701, 837	
	1799	1802	0	2. Koalitionskrieg		701	
	1805	1805	0	3. Koalitionskrieg		702	
	1806	1806	0	4. Koalitionskrieg		702	
	1808	1814	0	Spanischer Unabhängigkeitskrieg gegen Frankreich unter Napoleon		1025	
	1809	1809	0	5. Koalitionskrieg		702	
	1812	1812	0	Krieg Napoleons gegen Rußland		702	
	1813	1814	0	Deutsche Befreiungskriege gegen Napoleon		840	
	1815	1815	0	Waterloo		704	
52	1828	1829	1	Russisch-Türkischer Krieg		705, 988	
19	1853	1855	0	Krimkrieg		705	
53	1859	1859	0	Italienischer Einigungskrieg		706	
54	1864	1864	0	Krieg Österreichs und Preßens gegen Dänemark		853	
55	1866	1866	0	Deutscher Krieg, Krieg Deutschland gegen Österreich		706, 854	
13	1870	1871	0	Deutsch-Französischer Krieg		706, 855	
12	56	1877	1877	0	Russisch-Türkischer Krieg	706	
57	1912	1913	1	Balkankriege, 1.+2., Griechenland gegen Türkei		711, 1080	
3	1914	1918	0	1. Weltkrieg		714	
58	1920	1920	0	Russisch-Polnischer Krieg		1065, 999	
59	1922	1923	1	Irischer Freistaat Bürgerkrieg		978	
18	1936	1939	0	Spanischer Bürgerkrieg		1028	
1	1939	1945	0	2. Weltkrieg		752, 870	
60	1946	1949	3	Bürgerkrieg in Griechenland		1548	
61	1955	1994	39	Konflikt Nordirland IRA gegen England		1464/5	
62	1992	1995	3	Auflösung Jugoslawiens, Balkankrieg		1542	
63	1998	1999	1	Krieg im Kosovo			352
	Summe Dauer		496				

Tabelle 13.6: Kriege und Kriegsdauer von 1500 bis 2000 in Europa

12.12. Minimalinvasive Steuerung der Finanzwirtschaft

Die nachfolgende Tabelle versucht die in Kap. 6.8 angestellten Überlegungen mit realen Werten zu hinterlegen. Es geht darum eine optimale Wachstumsrate w zu definieren, die ein deterministisches Chaos verhindert. Die Tabelle stellt einen möglichen Vergleich der vorgefundenen Daten vor dem Hintergrund des logistischen Wachstumsmodells dar. Der Vergleich erhebt bei Weitem nicht den Anspruch einer wissenschaftlichen Aussage, sondern möchte nur als Anregung gesehen werden, in dieser Richtung weiter nachzudenken.

Es zeigt sich, dass die optimale Kapitalrendite k im Bereich $3,1 \leq k \leq 3,5$ liegt.

Der Bereich ergibt sich aus

$$k = 1,1 + r + i \text{ (mit jeweils } r = i = 1 \text{ im stationären Zustand)} = 3,1$$

bzw.

$$k = 1,5 + r + i = 3,5$$

Der obere Grenzwert für k wäre 4, der allerdings komplett im chaotischen Bereich liegt

$$k = 2,0 + r + i = 4,0$$

Es wäre der untere Bereich zu bevorzugen, da ab 3,57 deterministische Chaos beginnt.

Die realen Werte, die in nachfolgender Tabelle aufgezeigt werden, liegen im Bereich $3,51 \leq k \leq 3,64$, teilweise schon in chaotischen Bereich. Dies zeigt sich während der Kriegsperiode von 1913 - 1950 und teilweise in der instabilen Phase nach Abklingen des Wirtschaftswunders nach dem 2. Weltkrieg von 1970 - 1990. Es wird dabei unterstellt, dass auch für die Kapitalrendite k das logistische Wachstumsmodell gilt mit $0 \leq k \leq 4$.

Der entsprechende Bereich für das Wirtschaftswachstum w wäre dann $2,07 \leq w \leq 2,47$.

Analoge Überlegungen werden übrigens von Friedrich und Weik¹⁰ angestellt. Als nächstes Geldsystem schwebt den Autoren ein System vor, das begrenzt ist. Ob es sich dabei um eine digitale Währung oder eine Währung, die auf realen Sachgütern, wie z.B. Gold oder Silber basiert, handelt, ist ihrer Meinung nach sekundär. Wichtig ist die Begrenzung. In diesem Zusammenhang gipfelt ihre aktuelle Empfehlung aus 2019 zum Schutz des Vermögens in dem Satz: „Wir empfehlen, in durch die Natur oder durch die Mathematik limitierte Sachwerte zu investieren.“

Id. Nr.	Zeitraum	Land	Wachstumsrate Weltproduktion		w IST	Wachstumsrate Weltbevölkerung		r	i	Inflationsrate seit industrieller Revolution	durchschnittliche Kapitalrendite Realkapital		k	allgemein	Wachstumsrate w	w SOLL	In diesem Spannungsfeld leben wir			Kapitalrendite k	Chaos beginnt ab	Alternative k = 1,1 + r + i	Kapitalrendite Realkapital k (%)
			%	IST		%	148 (%)				266f (%)	3,11					3,11	3,11					
		Piketty, S.	1,40	1,13		1,13	0,5	1,01	0,5	1,01	3,5	1,04											
1	1700-1820		0,5	1,01	0,45	1,00	0,5	1,01	0,5	1,01	3,5	1,04											
2	1820-1913	gesamte Welt	1,5	1,02	0,60	1,01	0,0	1,00	0,0	1,00	3,5	1,04	2,47	2,47									
		Frankreich	1,8	1,02	0,95	1,01	8,0	1,08	3,5	1,04	2,55	1,04	2,55	2,55									
		Deutschland	1,8	1,02	0,95	1,01	13,0	1,13	3,5	1,04	2,60	1,04	2,60	2,60									
3	1913-1950	USA	1,8	1,02	0,95	1,01	17,0	1,17	3,5	1,04	2,64	1,04	2,64	2,64									
		GB	1,8	1,02	0,95	1,01	2,5	1,03	3,5	1,04	2,50	1,04	2,50	2,50									
4	1950-1970	gesamte Welt	4,0	1,04	1,90	1,02	4,0	1,04	3,5	1,04	3,5	1,04	2,52	2,52									
		Frankreich	3,6	1,04	1,85	1,02	6,0	1,06	3,5	1,04	3,5	1,04	2,54	2,54									
		Deutschland	3,6	1,04	1,85	1,02	8,0	1,08	3,5	1,04	2,56	1,04	2,56	2,56									
5	1970-1990	USA	3,6	1,04	1,85	1,02	4,0	1,04	3,5	1,04	3,5	1,04	2,52	2,52									
		GB	3,6	1,04	1,85	1,02	5,5	1,06	3,5	1,04	2,54	1,04	2,54	2,54									
		gesamte Welt	3,4	1,03	1,90	1,01	2,0	1,02	3,5	1,04	3,5	1,04	2,58	2,58									
6	1990-2012	gesamte Welt	3,4	1,03	1,90	1,01	2,0	1,02	3,5	1,04	3,5	1,04	2,50	2,50									
7	2012-2030		3,6	1,04	0,90	1,01	1,5	1,02	3,5	1,04	3,5	1,04	2,49	2,49									
8	2030-2050		3,1	1,03	0,55	1,01	1,5	1,02	3,5	1,04	3,5	1,04	2,49	2,49									
9	2050-2070		1,8	1,02	0,26	1,00	1,0	1,01	3,5	1,04	3,5	1,04	2,48	2,48									
10	2070-2100		1,4	1,01	0,10	1,00	1,0	1,01	3,5	1,04	3,5	1,04	2,48	2,48									

Annahme optimale Werte

11	2100-2150	gesamte Welt	1,5	1,02	0,0	1,00	0,0	1,00	1,00	1,00	3,5	1,04	2,47	2,47										
----	-----------	--------------	-----	------	-----	------	-----	------	------	------	-----	------	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

22.05.20



Spannungsfeld zwischen noch gerade stationären Zustand und Schwingung nach Wellenmodell Kuznets

stationäre Bevölkerung
Inflation = 0

Tabelle 13.7: Basis für eine minimalinvasive Steuerung, Darstellung der Stabilitätskriterien nach dem logistischen Wachstumsmodell

Für beide Wachstumswerte $w = 2,07$ und $w = 2,47$ sind nachfolgend die logistischen Wachstumskurven dargestellt.

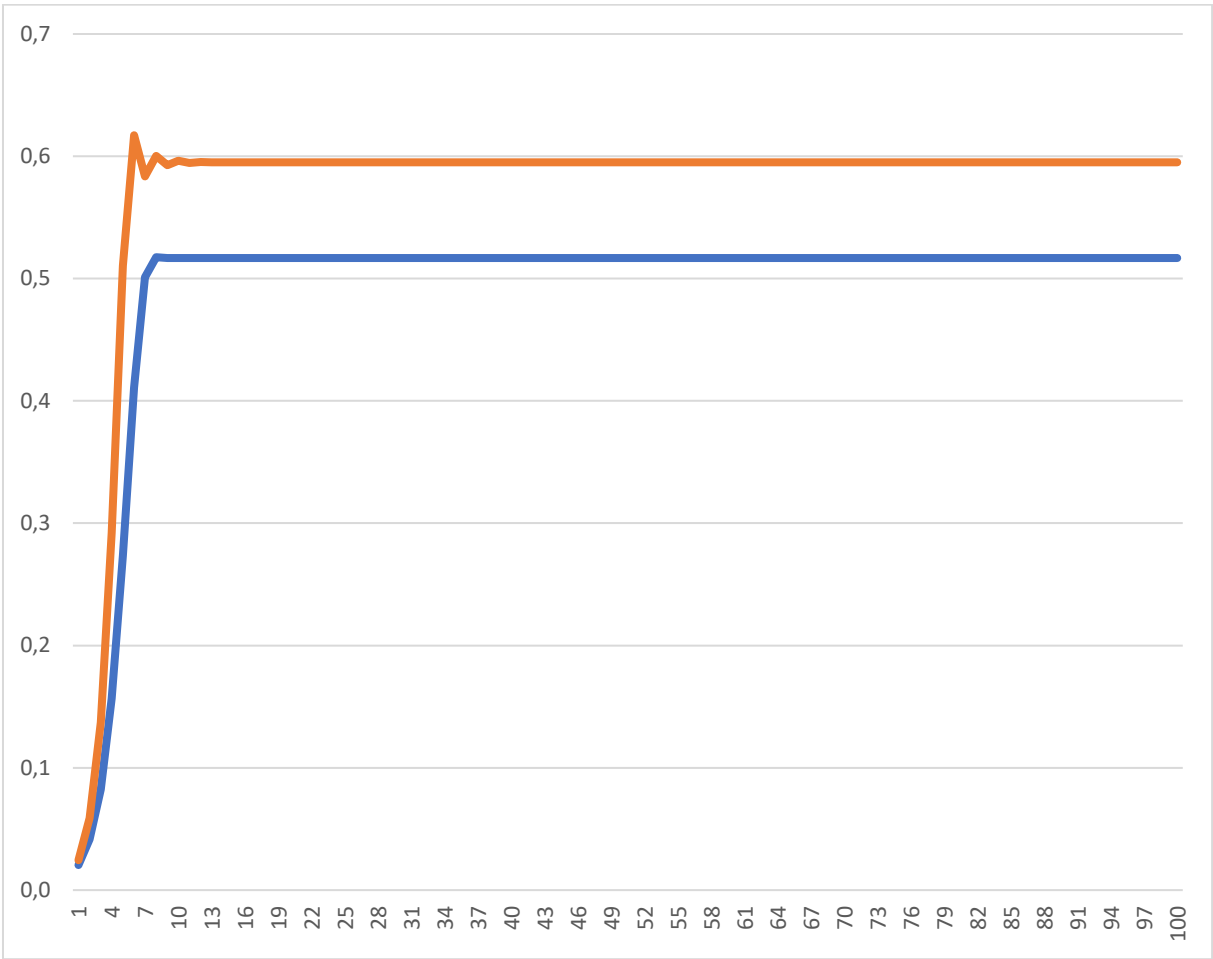


Abbildung 13.16: Wachstumsverlauf für $w = 2,07$, blaue Linie, und $w = 2,47$ brauen Linie

12.13. Anmerkungen zu Kapitel 8 bis 12

1. Kinnebrock, S. 131f
2. MacLulich, S. 109, 110
3. Bednar-Friedl, S. 140
4. Dr. Silvia Rothen, rothen ecotronics, Bern Schweiz: Wo Fuchs und Hase sich Gute Nacht sagen, mit Excel ein Räuber-Beute-System simulieren, © M+K Computermarkt 97/12, Luzern, Schweiz
5. Weihs, Prof. Dr. Claus Weihs, Computerunterstützte Statistik TU Dortmund
6. Deutscher Bundestag, Drucksache 17/12051 vom 03.01.2013, Anhang 4 Ergebnis „Risikoanalyse durch Virus Modi-SARS“, S. 55ff
7. Paul Schmelzing. DIE ZEIT, 23.01.2020, Nr. 5, Seite 24 Wirtschaft
8. Keynes, Übersetzung 1936
9. Grüner Fischer Investments GmbH, 67688 Rodenbach, Broschüre Vermögenserhalt, Stand 01/2020, S. 6
10. Friedrich, Marc. Weik, Matthias. Der grösste Crash aller Zeiten. Wirtschaft, Politik, Gesellschaft - Wie Sie jetzt noch Ihr Geld schützen können. Eichborn, 2019, S. 271