Kurs Spieltheorie

Ob du wirklich richtig wählst, siehst du wenn das Geld du zählst???

Von links: Alicia, Lucie, Katharina, Lara, Carolin, Carl-David, Cornelia, Josef, Klaus, Tim, Gerd, Simon, Camilo, Constantin (liegend)

Oktober 1962, Kubakrise
Atlantischer Ozean, Amerikanische Küste
Russische Atomraketen auf Kuba
Zerstörung eines amerikanischen Flugzeugs
Diese Situation hätte leicht den dritten Weltkrieg auslösen können, doch der amerikanische Präsident entschied sich, nicht anzugreifen. Entscheidungen und Problemlösungen spielen im alltäglichen Leben eine sehr große Rolle. Wir haben versucht für einige dieser Probleme nicht nur eine, sondern die beste Lösung zu finden.

Unserer Themen umfassten wirtschaftliche, politische, soziale und ökologische Problemstellungen, wie z.B. das Börsengeschehen, Aufteilung natürlicher Ressourcen zwischen Ländern, Schwarzfahren, Kloputzen oder die Überfischung der Meere. Diese Themen wurden praktisch durchgespielt mit uns als Akteuren und anschließend mathematisch analysiert. Daneben wurden viele Bezüge zu Kunst, Literatur und Philosophie gefunden, elektronische Schaltungen gelötet, Computersimulationen durchgeführt, viel gewürfelt, über die Entstehung des Lebens nachgedacht, mit Wölfen und Bären durch die Wildnis gejagt und wir erlernten das fernöstliche Brettspiel Go.

„Cakeulations“: Kuchenprobleme

1. Faires Tortenteilen – Torte Teil I

Bereits unser Vorbereitungswochenende begann mit einer leckeren Torte und der Aufgabe sie gerecht zu dritteln. Soll die Torte nur halbiert werden, kann man nach dem Prinzip „Einer teilt - einer sucht aus“ vorgehen. Sie durch drei zu teilen stellte uns vor größere Probleme.
Unsere erste Lösung war das „Moving-Knife“: Vom Mittelpunkt bis zum Rand wird ein Schnitt in die Torte gemacht, dann wandert das Messer weiter und wer zufrieden mit der Größe des Stückes ist ruft Stopp. Das Messer bewegt sich weiter, bis der Zweite Stopp gerufen hat. Der Dritte bekommt den Rest. Damit besitzt jeder ein für ihn genügend großes Stück.
Bei der zweiten Methode teilen Spieler A und Spieler B die Torte nach dem Prinzip „Einer teilt - einer sucht aus“ in zwei Stücke. Anschließend dritteln beide ihre Hälften und Spieler C sucht sich jeweils das für ihn am größten erscheinende Drittel aus. A und B behalten ihre übrigen Drittel.
Diese Methoden sind Beispiele für faires, aber nicht neidfreies Teilen. Das heißt jeder ist der Meinung, mindestens ein Drittel des Kuchens bekommen zu haben, allerdings könnte er ein anderes Stück für größer halten und den Mitspieler darum beneiden.
Beide Lösungen lassen sich, ebenso wie eine dritte, kompliziertere Methode, die wir ebenfalls ermittelt haben, auch auf n Personen übertragen.

2. Das Ultimatumspiel – Torte Teil II

Spieler A teilt die Torte nach eigenem Ermessen in 2 beliebig große Stücke und weist Spieler B ein Stück zu. Nimmt dieser das Stück an, bekommt Spieler A den anderen Teil. Lehnt B ab, so bekommen beide nichts. Der Teilende muss, um ein möglichst großes Stück zu erhalten, abwägen, ab welchem Anteil Spieler B ablehnen wird.
Rein rational betrachtet müsste B allerdings den angebotenen Teil immer annehmen, auch wenn nicht gerecht geteilt wurde, da er nur so Torte bekommen kann.
Spielt man das Spiel mit kleinen Kindern, sieht man, dass sie mit zunehmendem Alter gerechter teilen. Je nach Lebensweise zeigte sich bei verschiedenen Volksgruppen ein unterschiedliches Teilungsverhalten. So haben manche Urwaldvölker wenig kooperationsbereit geteilt, während Handel treibende Küstenbewohner sogar eigene Nachteile in Kauf genommen haben.

Gefangenendilemma

Zwei eines Verbrechens verdächtigte Personen werden in verschieden Räumen befragt. Dabei haben beide die Möglichkeiten das Vergehen zu leugnen oder zu gestehen. Keiner weiß was der Andere machen wird. Leugnen beide, kommen sie beide für ein Jahr ins Gefängnis. Gesteht der eine der andere aber nicht, kommt der Gestehende frei und der andere erhält eine Strafe von drei Jahren. Gestehen beide, kommen beide zwei Jahre in Haft.
Wie würdest du dich entscheiden?
Eine solche Situation kann man in einer Matrix darstellen:

	Gestehen I	Lügen II
Gestehen I	2 2	3 0
Lügen II	0 3	1 1

In dieser Situation wäre es das Beste zu gestehen, da man so immer auf der sicheren Seite ist und entweder frei kommt oder nur eine Strafe von zwei Jahren bekommt. Das optimale Ergebnis für beide wäre jedoch zu lügen, da dann beide nur 1 Jahr haben.

Kann man sich aber auf den Anderen verlassen?

Die obere Begründung gilt für das einmalige Spielen, aber was passiert bei Wiederholung des Spiels?
Ziel ist es nun die wenigsten „Punkte" zu erreichen. Deshalb müssten beiden von Anfang an zusammenarbeiten und folglich Strategie II wählen. Tanzt der Gegenspieler aus der Reihe, indem er auf Strategie I wechselt, so kann man selbst im nächsten Zug dieses Verhalten „bestrafen", indem man ebenfalls die Strategie I wählt. Dadurch kann man sich gegenseitig dazu erziehen immer Strategie II anzuwenden.
Zum Schluss ergibt sich dann bei der letzten Wiederholung des Spiels die Möglichkeit durch das Ändern der Strategie einen Vorsprung zu erzielen. Da der Gegenspieler genauso denkt wählt er jedoch auch Strategie I und beide erhalten eine höhere Strafe. Um dies auszugleichen muss man als kluger Spieler bereits in der vorletzten Wiederholung die Strategie ändern. Da der Gegenspieler wiederum genauso denkt, ändert auch er seine Strategie und beide erhalten wieder eine höhere Strafe. Dieses Paradoxon lässt sich bis zur ersten Wiederholung fortsetzen, sodass man eigentlich immer Strategie I wählen müsste. Man sieht, dass man beim Suchen einer optimalen Lösung sogar von der Logik im Stich gelassen werden kann...

Matching Pennies

Der Vater spielt ein Spiel gegen seinen Sohn, bei dem dieser sein Taschengeld aufbessern kann. Dafür versteckt der Vater ein 1€-Stück in einer seiner Hände, anschließend muss der Sohn raten, in welcher Hand das Geld ist. Findet er den 1€ in der linken Hand, erhält er 1€, findet er es in der Rechten, erhält er 2€. Pro Spiel muss der Sohn 1€ Einsatz an den Vater bezahlen.
Dieser Zusammenhang lässt sich in einer Matrix darstellen (dabei wird der Einsatz des Sohns von 1€ vernachlässigt).

			B	
			β I	1-β II
A	α	I	-1 1	0 0
	1-α	II	0 0	-2 2

Hierbei gilt:
Sei Spieler B der Vater. Er wählt Strategie I (Geld in die linke Hand) mit der Wahrscheinlichkeit β und Strategie II (Geld in die rechte Hand) mit der Wahrscheinlichkeit 1-β. Spieler A (der Sohn) wählt Strategie I (die linke Hand) mit der Wahrscheinlichkeit α und Strategie II (die rechte Hand) mit der Wahrscheinlichkeit 1- α.

Ziel: α und β sollen so bestimmt werden, dass die Erwartungswerte E für beide Spieler maximal werden.

Überlegungen von A:
- Spieler B wählt I:
$$E_{BI} = \alpha * 1 + (1-\alpha) * 0 = \alpha$$
- Spieler B wählt II:
$$E_{BII} = \alpha * 0 + (1-\alpha) * 2$$
$$= 2 - 2\alpha$$

→ $E_A = \beta * E_{BI} + (1-\beta) * E_{BII} =$
$2 + 3\alpha\beta - 2\alpha - 2\beta$

Um das Maximum der Funktion $E_A(\alpha,\beta)$ zu finden, leiten wir nach β ab und setzen mit 0 gleich:
$$\frac{\partial E_A(\alpha,\beta)}{\partial \beta} = 3\alpha - 2 = !0$$
Daraus folgt:
$$\alpha = \frac{2}{3}$$
Spieler A muss die linke Hand zufällig mit einer Wahrscheinlichkeit von $\frac{2}{3}$ wählen.

Überlegungen von B:
- Spieler A wählt I:
$$E_{AI} = \beta * (-1) + (1-\beta) * 0 = -\beta$$
- Spieler A wählt II:
$$E_{AII} = \beta * 0 + (1-\beta) * (-2) = -2 + 2\beta$$

→ $E_B = \alpha * E_{AI} + (1-\alpha) * E_{AII} =$
$-2 - 3\alpha\beta + 2\alpha + 2\beta$

Um das Maximum der Funktion $E_B(\alpha,\beta)$ zu finden, leiten wir nach α ab und setzen mit 0 gleich:
$$\frac{\partial E_A(\alpha,\beta)}{\partial \alpha} = -3\beta + 2 = !0$$
Daraus folgt:
$$\beta = \frac{2}{3}$$
Spieler B muss das Geld zufällig mit einer Wahrscheinlichkeit von $\frac{2}{3}$ in die linke Hand legen.

Ergebnis: Die Strategie von A ergibt sich aus der Strategie von B und umgekehrt.
Erstaunlich ist auch, dass man am besten fährt, wenn man das eigene Verhalten vom reinen Zufall und nicht vom eigenen Entscheidungswillen abhängig macht. Wenn man nämlich von dieser Strategie abweicht, ergibt sich für den Gegner eine dominante Strategie, mit der dieser seinen eigenen Gewinn maximieren kann, während der eigene Erwartungswert sinkt.

Sollte sich der Sohn überhaupt auf das Spiel einlassen?
Für seinen Erwartungswert $E = \frac{2}{3}$ gilt: $E < 1$. Das bedeutet langfristig gesehen verliert der Sohn pro Spiel 33ct, da er immer einen Einsatz von 1€ bezahlen muss, jedoch durchschnittlich nur 66ct pro Spiel gewinnt. (Das muss der Papa ihm ja nicht vorher erzählen...)

Schluss mit Vorurteilen: Fahre schwarz!

Ein braver Bürger fährt niemals schwarz! Doch stimmt das wirklich? Um das zu klären haben wir uns mit der Thematik des Schwarzfahrens beschäftigt und versucht, diese mathematisch zu erfassen. Dazu sind einige Annahmen notwendig.
Fahrgast und Kontrolleur werden als Spieler A und B definiert. Spieler A versucht möglichst billig zu fahren, indem er ab und zu schwarzfährt. Spieler B möchte seinen Gewinn, der sich aus den gezahlten Fahrtkosten von Spieler A und eventuellen Strafzahlungen für Schwarzfahren abzüglich der Kontrollkosten ergibt, maximieren, indem er versucht, möglichst viele Schwarzfahrer zu erwischen.
Der Fahrgast hat die Optionen, eine Fahrkarte zu kaufen (Strategie I) oder schwarz zu fahren (Strategie II). Der Kontrolleur hat die Möglichkeit zu kontrollieren (Strategie I) oder nicht zu kontrollieren (Strategie II). Spieler A wählt mit der Wahrscheinlichkeit α Strategie I und mit der Wahrscheinlichkeit $(1-\alpha)$ Strategie II. Analog wählt Spieler B mit der Wahrscheinlichkeit β Strategie I und mit der Wahrscheinlichkeit $(1-\beta)$ Strategie II.
Der Fahrpreis beträgt immer 2€ und die Kosten für eine Kontrolle liegen bei 1€. Wählen beide Spieler Strategie I, zahlt A 2€ und B erhält in unserer Annahme diese 2€, jedoch entfällt 1€ auf die Kontrollkosten. Somit bekommt B 1€. Kauft A eine Fahrkarte (Strategie I), so zahlt er wieder 2€. Spieler B entscheidet sich nun, nicht zu kontrollieren (Strategie II) und erhält dadurch 2€, da die Kontrollkosten entfallen.
In unserem Modell beträgt die Strafe für Schwarzfahren 40€. Wird A dabei (Strategie II – er kauft keine Fahrkarte) von B erwischt (Strategie I – er kontrolliert), so verliert A 40€ und B erhält diese 40€ abzüglich der Kontrollkosten, somit also 39€. Wählen beide Strategie II, kommt der Fahrgast umsonst zu seinem Ziel und der Kontrolleur hat keinen Gewinn zu verzeichnen.

Die vier möglichen Situationen für Spieler A sind in der folgenden Matrix veranschaulicht:

	β Kontrolle	$(1-\beta)$ Nicht-Kontrolle
α Fahrkarte kaufen (I)	-2€	-2€
$(1-\alpha)$ Schwarzfahren (II)	-40€	0€

Die vier möglichen Situationen für Spieler B sind in der folgenden Matrix veranschaulicht:

	α Fahrkarte kaufen	$(1-\alpha)$ Schwarzfahren
β Kontrolle (I)	+1€	+39€
$(1-\beta)$ Nicht-Kontrolle (II)	+2€	0€

Nun wird die bestmögliche Strategie, d.h. Verlustminimierung von A und Gewinnmaximierung von B, berechnet.

Spieler A hat keinen Einfluss auf die Entscheidung von Spieler B und umgekehrt.
Im Durchschnitt erwarten den Fahrgast, abhängig von α und β, folgende Kosten pro Fahrt:
$E_A(\alpha,\beta) = (-2)\alpha\beta + (-2)\alpha(1-\beta) + (-40)(1-\alpha)\beta + 0(1-\alpha)(1-\beta)$
Zur Erklärung: A wählt I mit der Wahrscheinlichkeit α, B wählt I mit der Wahrscheinlichkeit β; somit beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass beider Spieler I wählen: $\alpha\beta$. Daraus ergibt sich, dass A mit der Wahrscheinlichkeit $\alpha\beta$ 2€ zahlt: $(-2)(\alpha\beta)$.
Die anderen Summanden unserer Formel werden analog aufgestellt.
Da Spieler A nur sein eigenes Verhalten (α) beeinflussen kann, betrachten wir nun die beiden Extremfälle $\alpha=1$ und $\alpha=0$.
Nach einsetzten in $E_A(\alpha,\beta)$ ergibt sich:
$E_{AI}(\beta) = (-2)\beta + (-2)(1-\beta)$
$E_{AII}(\beta) = (-40)\beta$
Der Kontrolleur möchte, dass keine der beiden Strategien bevorzugt wird. Also setzen wir $E_{AI}(\beta) = E_{AII}(\beta)$ und erhalten somit den optimalen Wert für β: $\beta=1/20$
Analog wird der optimale Wert für α berechnet: $\alpha=39/40$

Daraus ergeben sich sowohl für den Fahrgast als auch für den Kontrolleur optimale Strategien:
Der Fahrgast sollte in 39 von 40 Fällen eine Fahrkarte kaufen und durchschnittlich jedes 40te Mal schwarzfahren.
Der Kontrolleur sollte im Schnitt jede 20te Fahrt kontrollieren.
Setzt man die Werte für α und β in $E_A(\alpha,\beta)$ ein, so erhält man die durchschnittlichen Fahrtkosten, welche 2€ betragen. Bemerkenswert daran ist, dass dieser Wert genau dem Preis einer Fahrkarte entspricht. Trotzdem sollte der Fahrgast mit der Wahrscheinlichkeit $(1-\alpha)$ schwarzfahren, da sonst ein Ungleichgewicht entsteht: Wenn niemand schwarzfährt, wird nicht mehr kontrolliert, sodass sich schwarzfahren wieder lohnt, solange bis wieder kontrolliert wird. Dieser Kreislauf wird sich letztendlich auf das berechnete Gleichgewicht einpendeln. Zusammenfassend sollte man, um seinen eigenen Gewinn zu maximieren bzw. seinen Verlust zu minimieren, immer der optimalen Strategie folgen. Abweichungen in beide Richtungen sind für DICH nachteilig! ☹ Doch Vorsicht: Alle Angaben sind ohne Gewähr und sind nur in unserem Modell von Gültigkeit. Die Werte für Deine Zugstrecken kannst Du ja nun nach unserem Muster selbst berechnen. ☺

Das Freiwilligendilemma oder „Wer putzt das Klo?“

Um zu zeigen, dass logisches Handeln einzelner Personen nicht immer zu einem optimalen Ausgang für eine Gesellschaft führen muss, haben wir uns mit dem Freiwilligen-Dilemma befasst. Dabei hat jeder Spieler zwei Optionen. Entweder, er setzt einen bestimmten persönlichen Einsatz E (Strategie I, heißt im Klartext: Ich putze das Klo!) oder eben nicht (Strategie II). Hat niemand Strategie I gewählt, erhält keiner einen Gewinn (Klo bleibt dreckig für alle). Hat mindestens einer den Einsatz gesetzt, so bekommt jeder einen bestimmten Gewinn G. Alle, die Strategie I gewählt haben, erhalten also netto den Gewinn (G – E). Mit Strategie II hat man die Möglichkeit des vollen Gewinns, aber auch das Risiko, gar keinen Gewinn zu erhalten.
Diesen Zusammenhang kann man in einer Matrix darstellen:
Matrix für zwei Spieler mit E = 2; G = 10

		B: β I	B: $1-\beta$ II
A	α I	8 (A) / 8 (B)	8 (A) / 10 (B)
	$1-\alpha$ II	10 (A) / 8 (B)	0 (A) / 0 (B)

Berechnung des Erwartungswertes (=der Gewinn, den man durchschnittlich bekommt):
$E_A(\alpha, \beta) = 8\,\alpha\beta + 10\,(1-\alpha)\,\beta + 8\,\alpha\,(1-\beta) + 0 = \underline{8\,\alpha + 10\,\beta - 10\,\alpha\,\beta}$

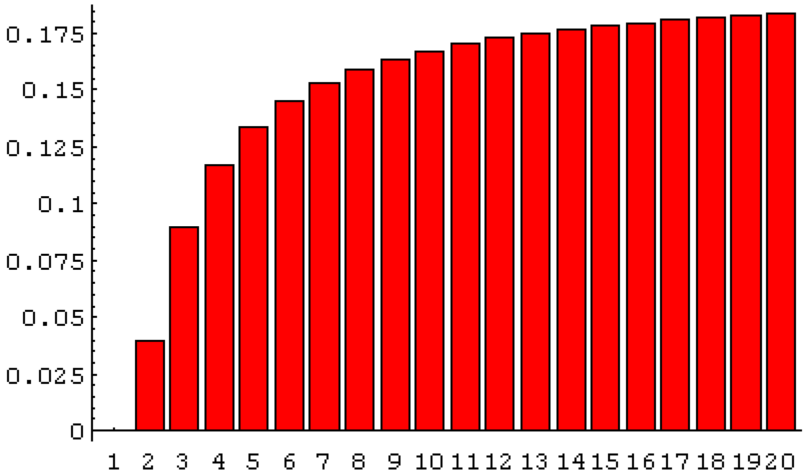
Um das optimale Vorgehen (=Häufigkeit der beiden Strategien) zu bestimmen, sucht man das Maximum des Erwartungswertes und setzt dafür die partielle Ableitung gleich null:
$f'(\alpha) = 8 - 10\,\beta$
$0 = 8 - 10\,\beta$
$\Rightarrow \beta = \underline{0.8}$
Das heißt, die Strategie I muss zu 80% gewählt werden. Dies gilt aufgrund der Symmetrie der Matrix für beide Spieler. Im Klartext: Bei 2 WG-Bewohnern muss jeder an 4 von 5 Tagen das Klo putzen, damit ein optimaler Zustand erreicht wird.

Wir haben nun eine Formel berechnet, die das Verhalten bei n Teilnehmern beschreibt:

$$p = 1 - \left(\frac{E}{G}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Hierbei ist *p* die relative Häufigkeit, mit der jeder einzelne Teilnehmer putzen sollte. Je größer *n* wird, desto kleiner wird *p*, bis es sich für große *n* Null annähert. Im Prinzip haben wir also ausgerechnet, mit welcher Wahrscheinlichkeit man Strategie I nehmen muss, um den größtmöglichen Gewinn zu machen. Diese Wahrscheinlichkeit variiert natürlich je nach Anzahl der Mitspieler. Das heißt, je mehr Leute teilnehmen, desto eher wird jeder einzelne seinen Einsatz verweigern, d.h. die relative Häufigkeit, mit der jeder einzelne Teilnehmer putzt sinkt:
Zwei Spieler: 80% ; Drei Spieler: 55% ; 12 Spieler: 14% …
Nachdem wir diese Wahrscheinlichkeiten berechnet hatten, wollten wir herausfinden, mit welcher Wahrscheinlichkeit das Klo insgesamt *nicht* geputzt wird. Das Ergebnis war erstaunlich: Je mehr Spieler beteiligt sind (also je größer unsere WG ist), desto häufiger bleibt das Klo ungeputzt, obwohl eigentlich mehr Leute da wären, die putzen könnten und auch ein Interesse daran haben. Das liegt daran, dass sich bei vielen Mitspielern jeder weniger verantwortlich fühlen muss. Der seltene Verlust, der durch das Ausbleiben des Gewinnes G entsteht (=dreckiges Klo), wird bei vielen Teilnehmern ausgeglichen durch das vermehrte Einsparen des eigenen Einsatzes.

$$P(Klo\ ungeputzt) = \left(1-\left(1-\left(\frac{E}{G}\right)^{\frac{1}{n-1}}\right)\right)^{n} = \left(\frac{E}{G}\right)^{\frac{n}{n-1}}$$



Oben ist diese Wahrscheinlichkeit *P(Klo ungeputzt)* auf der y-Achse gegen die Anzahl der Teilnehmenden aufgetragen. Man sieht, dass schon bei wenigen „Mitbewohnern“ die Wahrscheinlichkeit für ein ungeputztes Klo stark steigt.

Wir haben uns diesem Problem zunächst spielerisch genähert, indem jeder der 12 Kursteilnehmer Karten mit I und II bekommen hat. Der Kursleiter erzählte uns, dass wir uns entweder für (Strategie I) oder gegen (Strategie II) das Kloputzen entscheiden können. Ein Spiel ging 10 Runden. In jeder Runde konnten wir wieder neu entscheiden, welche Strategie wir nehmen. Die Entscheidung der anderen konnten wir nicht sehen. Nach jeder Runde wurde vom Spielleiter verkündet, ob jemand „geputzt“ hat oder nicht. Nachdem wir die Formeln aufgestellt haben, haben wir erneut gespielt. Auffällig war, dass nach einer Runde, in der nicht geputzt wurde, fast alle geputzt haben. Das ist ein besonderer Zusammenhang, der durch obige Rechnung nicht aufgedeckt wird, da dort davon ausgegangen wird, dass die jeweiligen Entscheidungen in den verschiedenen Putzrunden komplett unabhängig voneinander erfolgen. Zum Abschluss hat Klaus noch eine Online-Selbstbeteiligungs-Simulation gebastelt, so dass wir erleben konnten, wie ein solches Experiment in Echtzeitauswertung praktisch für beliebig viele Teilnehmer implementiert werden kann.

Einen Euro versteigern

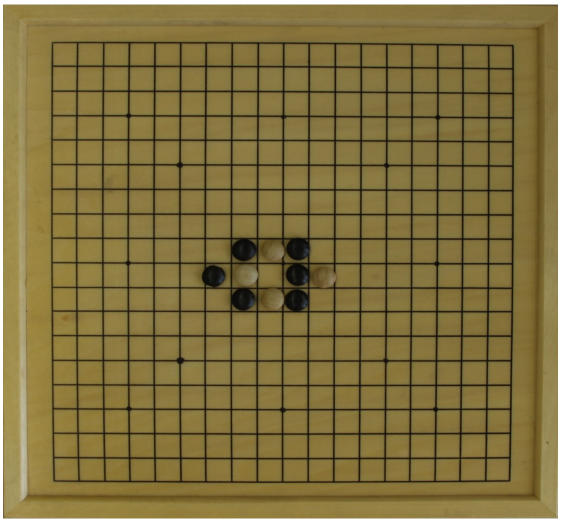
Ist es nicht schön, einen Euro für drei Euro zu verkaufen?
Wir fanden es wundervoll!

So funktioniert´s:
Man nehme einen Euro und versammle einen motivierten Bieterkreis um sich. Das Startgebot lautet 10 Cent für einen Euro. Den Euro erhält der Höchstbietende. Zahlen müssen natürlich der Erst- und Zweithöchstbietende. Bis zum Verkaufswert von 90 Cent ist das Bieten rentabel. Da der Zweithöchstbietende keine 80 Cent verlieren möchte muss er einen Euro für einen Euro bieten. Der nun Überbotene muss folglich mit bieten und 1,10 Euro für einen Euro bezahlen. So zieht sich das Spiel theoretisch bis ins Unendliche. Letztlich liegt es allein im Ermessen des Zweithöchstbietenden diese selbstvernichtende Auktion aufzugeben.

Wäre es vielleicht klüger gewesen gar nicht erst mitzubieten?

Game of Life

Dieses Spiel funktioniert folgendermaßen: Ist ein Feld von drei Nachbarsteinen umgeben, so wird ein neuer Stein in dieses „geboren". Hat ein Stein zwei oder drei Nachbarn, so ist sein überleben gesichert. Ist ein Stein von einem, keinem, von vier oder mehr Steinen umgeben, so „stirbt" dieser Stein. Auf diese Weise entstehen komplexe, sich drehende oder fortbewegende Figuren. Dieses Spiel, erfunden von dem britischen Mathematiker John Conway, spiegelt im weitesten Sinne die Entstehung von zellulärem Leben wieder.



Fish banks

Fischen oder nicht Fischen, das ist hier die Frage!
Einige Fischereiunternehmen teilen sich einen bestimmten Fanggrund, welcher sich in Küsten- und Tiefseegebiet unterteilt. Boote können gekauft und in die verschieden Fanggebiete entsandt werden. Die Anzahl der gefangenen Fische hängt dabei von der Fischpopulation und zum Teil auch vom Wetter ab. Fischen im Küstengebiet ist auf Grund der geringeren Fahrtkosten günstiger, jedoch nicht so ergiebig wie in Tiefseegebieten. Werden nun zu viele Fische in einem Fanggebiet gefangen (Überfischung), kann sich die Population nicht mehr erholen und den Fischern wird die Lebensgrundlage entzogen. Um langfristig gute Ergebnisse zu erzielen, müssen alle Unternehmen zusammen arbeiten und sich auf eine optimale Anzahl an Booten pro Gebiet einigen, sodass der Fischbestand konstant bleibt und das Gewerbe dennoch lukrativ ist. Tanzt ein Unternehmen aus der Reihe und überfischt ein Fanggebiet, so ist das ganze System bedroht. Soll ein Zusammenbruch vermieden werden müssen wieder alle zusammen arbeiten.

Fazit

Die zwei Wochen haben unsere Gehirnzellen sehr beansprucht, unsere Augen für vieles geöffnet und uns sowohl eine schöne Zeit als auch sehr viel Spaß mit dem genialen Gerd und dem krassen Klaus beschert.