

Zum experimentellen Nachweis akausaler Korrelationseffekte in unbelebten Systemen¹

JOHANNES HAGEL

MARGOT TSCHAPKE

Zusammenfassung – Während „Mikro-PK“ als eine Interaktions-Anomalie verstanden wird, die von bewusstseinsbehafteten, lebenden Systemen abhängt, definieren wir „Akausale Korrelation“ als eine Verallgemeinerung davon, bei der beliebige – also auch unbelebte – Systeme in Interaktion mit Zufallsprozessen treten können: Eine akausale Korrelation eines beliebigen Systems mit einem Zufallsprozess ist eine über die Zufallserwartung hinausgehende Korrelation zwischen einer (oder mehreren) Systemvariablen und der Zufallsvariablen des Zufallsprozesses, sofern keine kausale Beeinflussung des Zufallsprozesses durch das System existiert. Im Anschluss an Überlegungen von Giordano Bruno hypothetisieren wir, dass akausale Korrelationen so gerichtet sind, dass sie den Selbsterhalt des Systems fördern bzw. destruktive Einflüsse tendenziell von ihm abwenden.

In Experimenten mit einer Modell-Lokomotive, bei der diese in Abhängigkeit von einer Zufallsvariable Umpolungen ausgesetzt wurde oder unterschiedlichen Differenzkraftstößen unterlag, konnten wir unsere Hypothese verifizieren und durch verschiedene Variationen des Experimentalaufbaus weiter korrobieren, u.a. durch eine Verblindung des Experiments, um eventuelle Beobachtereffekte auszuschließen. Unsere die Hypothese bestätigenden Ergebnisse konnten erfolgreich repliziert werden, auch von unabhängigen Experimentatoren.

Diese vollkommen spontan auftretende und in dem System nicht a priori angelegte Verhaltensweise legt nahe, dass es Formen der Selbstorganisation zur Systemerhaltung schon auf der Ebene einfachster Systeme gibt. Da unser theoretisches Verständnis dieses Phänomens noch sehr begrenzt ist, verwenden wir den Ausdruck „Akausale Korrelation“, weil wir das begriffliche Antizipieren möglicher Erklärungsansätze vermeiden wollen.

Mittels akausaler Korrelation scheint es zumindest gewissen Systemen möglich zu sein, die thermodynamisch geforderte Zunahme ihrer Entropie zu verlangsamen, was weitreichende kosmologische Implikationen haben könnte.

Schlüsselbegriffe: Akausale Korrelation – Zufallsprozesse – Systeme – Selbstorganisation – Entropie – Parapsychologie – Interaktions-Anomalie

Experimental Evidence for Acausal Correlation Effects in Inanimate Systems¹

Abstract – While ‘Micro-PK’ is perceived as an interaction anomaly depending on conscious living systems, we define ‘acausal correlation’ as a more general concept, where inanimate systems may also interact with random processes. An ‘acausal correlation’ of a

¹ Diese Arbeit wurde von der *Fondation Odier de Psycho-Physique* in Genf gefördert. / This work has been founded by the *Fondation Odier de Psycho-Physique* in Geneva.

given system with a random process is a deviation from chance expectation regarding the correlation between one or more system variables and the chance variable of the random process, when there is no causal influence of the system onto the random process.

Following some speculations of Giordano Bruno, we propose that acausal correlations are directed somehow to support self-preservation of the system, leading to a minimization of destructive actions onto the entire system.

In an experimental setup we exposed a model train to repolarisations and different amounts of centrifugal force, depending on a chance variable of a random process. Our hypothesis was verified. Further corroboration comes from various modifications of the experimental setup, including blind conditions to preclude possible observer effects. Our results were replicated successfully, also by independent experimenters.

This entirely spontaneous behaviour – which has not been implemented a priori into the system – indicates a certain form of self organisation is possible even in very simple inanimate systems. Our theoretical understanding of this phenomenon is still very limited, so we use the preliminary term ‘acausal correlation’ in order not to anticipate any kind of explanation.

Acausal correlation seems to enable at least some systems to slow down the increase of entropy, which is demanded by thermodynamics. This may have major cosmological implications.

Keywords: acausal correlation – random processes – systems – self organisation
– entropy – parapsychology – interaction anomaly

Einführung

Am ersten Jänner 2000 wurde das Institut für Psycho-Physik mit Sitz in Genf und Köln (Labor) von Johannes und Johanna Marie Hagel (Genf) sowie Margot Tschapke (Köln) mit Förderung der Fondation Odier de Psycho-Physique (Genf) gegründet. Die Aufgabe des Instituts ist die experimentelle sowie theoretisch-analytische Erforschung des Phänomens der psycho-physikalischen Interaktion. Wir verstehen diese als Korrelationsvorgang zwischen allgemeinen Systemen und Zufallsprozessen, die zu diesen Systemen in Beziehung stehen. Dies geht über die herkömmliche Definition des Phänomens deutlich hinaus, da die ursprüngliche Bedeutung des Begriffs ausschließlich in der Wechselwirkung zwischen bewussten (also lebenden) Systemen mit Zufallsprozessen besteht, die unabhängig von diesen ablaufen.

Die Fähigkeit bewusster Systeme (Menschen und höhere Tiere), zufällige Prozesse in akausaler Weise zu beeinflussen, ist – obwohl sich noch keine allgemein anerkannte Theorie dieser Vorgänge etabliert hat – eine zumindest in der damit befassten parapsychologischen Forschungsgemeinschaft weitgehend akzeptierte Tatsache (Lucadou 1986; Lucadou und Kornwachs 1979). Unter der akausalen Beeinflussung eines Zufallsprozesses wollen wir einen Vorgang verstehen, der auf den Zufallsprozess derart einwirkt, dass sich die aus der Natur des Prozesses ergebende Verteilung der Zufallsvariable über die Periode der Einwirkung signifikant vom Erwartungswert unterscheiden soll, ohne dass der dem Zufallsprozess zugrunde liegende mathematische oder physikalische Prozess in kausaler Weise beeinflusst wird. Dieser Vorgang wird oft als „Mikro-Psychokinese“ (Mikro-PK)

bezeichnet. Wir ziehen es allerdings vor, diesen manchmal irreführenden Begriff nicht zu verwenden und statt dessen von „akausaler Korrelation“ zu sprechen. Die Möglichkeit einer solchen Korrelation in Gegenwart bewusster Systeme wurde seit den frühen Versuchen von Rhine vielfältig bestätigt und kann heute als etabliert angesehen werden (Rhine und Rhine 1943; Pratt 1960; Pratt 1965; Schmidt 1970; Schmidt 1977; Schmidt 1981; Radin und Nelson 1989).

Das Problem hingegen, das uns seit der Gründung unseres Instituts beschäftigt, wurde bislang nur wenig behandelt. Es geht um die Frage, ob akasale Korrelation prinzipiell auch in unbelebten Systemen auftreten kann. Nach unseren heutigen Kenntnissen sind solche Systeme auch nicht mit Bewusstsein ausgestattet, obwohl uns klar ist, dass der Bewusstseinsbegriff nur schwer zu definieren ist. In diesem Artikel werden jedoch relativ einfache mechanische Systeme behandelt, denen trotz dieser Definitionsproblematik Bewusstsein mit großer Sicherheit abgesprochen werden kann.

Folgende frühere Arbeiten und gedanklich-philosophische Ansätze dienten uns als Grundlage für unsere eigenen Untersuchungen:

Marcel Odier (1997) führte in Genf einen Langzeitversuch durch, bei dem eine bestimmte Pflanzenart (Hibiskus) in einem sonst dunklen Raum von einer künstlichen Sonne beleuchtet wurde. Die Lichtquelle wurde über eine Steuerelektronik und ein elektromechanisches Relais mit einem Zufallsgenerator („Random Number Generator“: RNG) verbunden, dessen Werte sich aus den statistischen thermoelektrischen Schwingungen von Ladungsträgern im p-n Übergang einer Halbleiterdiode ergaben. Der RNG erzeugte also eine zufällige zeitliche Licht/Dunkel-Verteilung, der die Hibiskuspflanze ausgesetzt wurde. Es stellte sich die Frage, ob der Organismus Pflanze in der Lage sein würde, sich mit den zufälligen Licht/Dunkel-Zyklen zu synchronisieren, so dass eine wesentliche Abweichung der Häufigkeiten von Licht- und Dunkelphasen von dem durch den RNG definierten Erwartungswert zu beobachten wäre. Genau dieses Ergebnis zeigte sich auch, jedoch ausschließlich während der Blütezeit dieser Pflanze und in die Richtung einer signifikanten Verringerung der Beleuchtungszeiten.

Dieser Versuch weist darauf hin, dass das Funktionieren einer System-Zufallsgenerator-Kopplung nicht notwendigerweise an die Existenz von „Bewusstsein“ gebunden sein muss. Im Sinne einer Extrapolation dieser Resultate und ausgehend von dem Gedanken, dass es sich bei Pflanzen um wahrscheinlich nicht bewusste Systeme handelt (auf keinen Fall „bewusst“ im komplexen menschlichen oder höher-tierischen Sinne), entstand die Idee, Experimente zur Feststellung der akasalen Korrelation auch in unbelebten Systemen durchzuführen. Eine weitere Anregung entnahmen wir ausführlichen Diskussionen mit Eberhard Bauer vom Institut für Grenzgebiete der Psychologie und Psychohygiene (IGPP) in Freiburg. Er machte uns auf eine Veröffentlichung von Bertram Bauer (1985) aufmerksam, in der einige Hinweise gefunden werden konnten, dass Zufallsgeneratoren von technischen Systemen (wie z.B. elektronischen Zählern) beeinflusst werden können.

Ebenso ist in der philosophischen Literatur die Idee der Beseeltheit auch der unbelebten Natur nicht unbekannt. Wir zitieren hier nur ein Beispiel, das unseren Überlegungen am nächsten kommt. Giordano Bruno, Philosoph und Naturwissenschaftler des ausgehenden 16. Jahrhunderts, formuliert, „dass die Erde und alle Körper, die wir Gestirne nennen, als hauptsächliche Glieder des Weltalls nicht nur Leben und Nahrung den Dingen spenden, die

aus ihnen ihren Stoff nehmen und ihn wieder zurückgeben, sondern selbst ebenso oder gar in höherem Maße Leben in sich haben“ (Eusterschulte 1997, S. 27). Und an anderer Stelle: „Auf Grund eines höheren Prinzips – nicht durch Bewegungsimpulse von außen – sucht jedes Ding von sich aus seinen natürlichen Ort, strebt es nach Selbsterhaltung in sympathischer Wechselbeziehung zu anderen“ (Eusterschulte 1997, S. 27).

Bruno unterscheidet a priori also nicht den lebenden vom unbelebten Zustand, sondern er macht den Zustand der lebendigen Beseeltheit zu einem universellen Prinzip. Vermittelt wird dieser Zustand seiner Ansicht nach durch eine Art allgemeinen Austausch, durch Nehmen von Stoffen und Wiedergeben derselben, also durch einen verallgemeinerten Stoffwechselfvorgang. Und all dies geschehe nach (Natur)Gesetzen, die so angelegt seien, dass der Selbsterhaltungstendenz aller Dinge Genüge getan werde. Damit hat Bruno schon vor über 400 Jahren aufgezeigt, wie schwierig die Grenze zwischen belebter und unbelebter Natur zu ziehen ist, falls es überhaupt sinnvoll ist, eine solche anzunehmen.

Unsere darauf aufbauende Hypothese ist, dass bestimmte – nach unserer Vorstellung – unbelebte Systeme die Fähigkeit besitzen, akausale Korrelationen mit Zufallsprozessen einzugehen, wenn dies dazu dient, den Selbsterhalt des Systems zu fördern. Dieser Idee sind wir experimentell auf den Grund gegangen.

Nachfolgend erörtern wir zunächst den Begriff der akausalen Korrelation (ACC) zwischen *beliebigen* Systemen und definieren vier Qualitäten dieser Interaktion, die eine Verallgemeinerung des Konzeptes der Mikro-Psychokinese (Mikro-PK) darstellt.

Anschließend diskutieren wir ein Modelleisenbahn-Experiment, in dem eine auf einem geschlossenen Geleise umlaufende Lokomotive in jeder Periode „entscheidet“, welchen Zweig einer eingebauten Ausweichstelle sie durchfahren soll. Die Entscheidung wird von einem Pseudozufallsgenerator getroffen, der eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für beide Teilstrecken von je 50 % aufweist. In Übereinstimmung mit der Hypothese kam heraus, dass in vielen Perioden jene Teilstrecke signifikant seltener durchfahren wird, auf welcher der Lokomotive ein destruktiver äußerer Einfluss widerfährt (plötzliche Umpolung). Die Lokomotive korreliert also ihre Umlaufzeit so mit dem ständig laufenden Zufallsgenerator, dass der ihr insgesamt zugefügte Schaden kleiner wird, als es der Fall sein müsste, wenn das System sich blind zufällig verhielte.

Für die korrekte Interpretation dieser Ergebnisse ist allerdings zentral, das Problem des Beobachters eines solchen Experiments und die sich daraus ergebenden möglichen Störeffekte zu bedenken bzw. zu kontrollieren. Durch eine angemessene Verblindung und Neudurchführung des Experiments schließen wir weitestgehend aus, dass der Effekt auf eine Korrelation zwischen einem Beobachter und dem Zufallsgenerator zurückzuführen sein könnte.

Zur Definition und Klassifikation des Effekts der Akausalen Korrelation (ACC)

Der von uns angenommene Vorgang der *akausalen Korrelation* (ACC) entspricht bzw. enthält den Effekt der Mikro-Psychokinese (Mikro-PK), wie er z.B. von Lucadou (1986) beschrieben wurde. Bei Mikro-PK handelt es sich um die angenommene Fähigkeit bewusster Systeme (meist menschlicher Natur) die Abfolge von Zufallsereignissen zu „beeinflussen“. Allerdings muss der Begriff der „Beeinflussung“ sehr kritisch gesehen werden, da es sich

nach v. Lucadou keineswegs um eine Beeinflussung im Sinne einer interaktiven physikalischen Wechselwirkung unter Benutzung einer der in der Physik bekannten Kräfte handelt. Die „Beeinflussung“ ist vielmehr virtueller Natur und besteht wahrscheinlich nur darin, dass die „begabte Versuchsperson“ es in erhöhtem Maße zuwege bringt, zur richtigen Zeit in den Versuch einzusteigen, so dass natürliche Schwankungen der Zufallsvariable im statistischen Ablauf vermehrt im Sinne der Versuchsperson auftreten und diese daher im statistischen Sinne ihr Ziel erreicht. Nach dieser Vorstellung ist der Terminus „Kinese“ innerhalb des Begriffs der Mikro-PK also nicht so zu verstehen, dass etwas durch Übertragung einer psychischen Energie bewegt werde, sondern es handelt sich vielmehr nur um einen Synchronisationsprozess, nämlich um die Fähigkeit der Versuchsperson „zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu sein“, um eine für sie günstige Zufallsreihe zu erhalten. Die Suche nach einem physikalischen Überträger (dem sog. „Tracer“) erübrigt sich in diesem Modell. Das entbehrt nicht einer gewissen Eleganz. Kommt es doch weitgehend ohne eine Verletzung der bekannten Gesetze der Physik aus. Dies trifft allerdings nur insoweit zu, als wir den zweiten Hauptsatz der Wärmelehre außer Acht lassen. Dieser besagt, dass in einem abgeschlossenen System der insgesamt Grad von Unordnung (Entropie) nur zunehmen kann, niemals aber abnehmen. Der als gedankliches Konzept vorhandene „Maxwellsche Dämon“, der in der Lage ist, die Bewegungsrichtung aller an einem Prozess beteiligten Teilchen der Richtung nach umzukehren und damit den Prozess exakt zu reversieren, existiert nicht in der Realität. Und damit sollte auch keine Synchronisation von Teilkomponenten eines Systems mit einem systeminternen Zufallsprozess möglich sein, da dies einer spontanen ordnenden Tendenz des Gesamtsystems gleich käme. Dennoch wollen wir uns in unserer Arbeit und bei der Erweiterung des Effekts auf beliebige Systeme in diesem Definitionsrahmen bewegen. Wir definieren somit:

Akausale Korrelation eines beliebigen Systems mit einem Zufallsprozess ist eine über die Zufallserwartung hinausgehende Korrelation zwischen einer (oder mehreren) Systemvariablen und der Zufallsvariablen des Zufallsprozesses, sofern keine kausale Beeinflussung des Zufallsprozesses durch das System existiert.

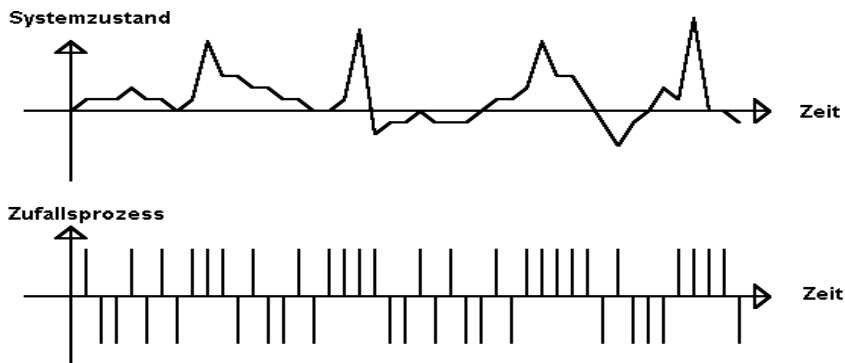


Abbildung 1: Veranschaulichung zur Definition der akausalen Korrelation: Positive Spitzen des Systemzustandes (Systemvariable) korrelieren mit dem +1-Zustand des binären Zufallsprozesses.

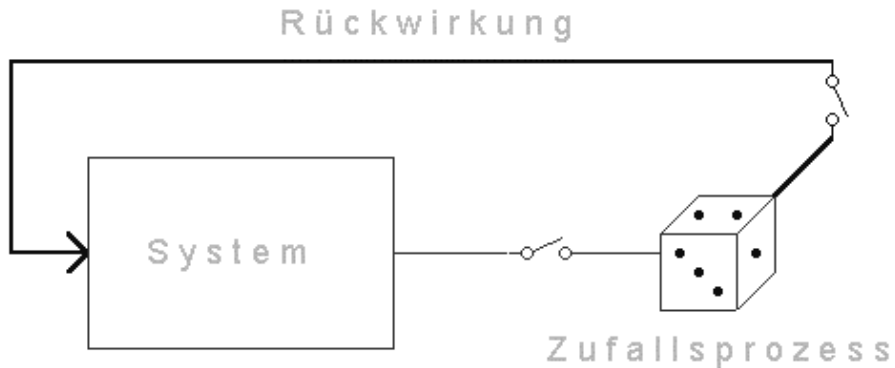


Abbildung 2: Erklärungsschema einer ACCxy.

Über die grundsätzliche Definition hinausgehend (vgl. Abbildung 1) unterscheiden wir vier Modifikationen der ACC hinsichtlich zweier möglicher Verbindungen zwischen dem System und dem Zufallsprozess, die existieren können oder nicht (vgl. Abbildung 2):

(1) Es ist möglich, dass das System den Zufallsprozess, zu dem es in einer ACC steht, regelmäßig oder in beliebigen Zeitintervallen abfragt und damit die ständig wechselnden Ausprägungen der Zufallsvariable zeitlich abtastet. Trotz dieses Abfrageprozesses muss aber die Bedingung keiner kausalen Beeinflussung der Zufallsfolge erhalten bleiben, damit noch von ACC gesprochen werden kann.

(2) Es ist möglich, eine kausale Rückwirkung der Zufallsvariable auf das System festzulegen und zwar in Abhängigkeit von deren Wert.

Beide beschriebenen Optionen können unabhängig voneinander existieren oder nicht existieren, woraus sich für die ACC vier mögliche Qualitäten ergeben, die wir allgemein mit der Abkürzung ACCxy bezeichnen. Sowohl x als auch y können die Werte 0 oder 1 annehmen, wobei x die Abfrageoption bezeichnet und y die Rückwirkungsoption.

Das beschriebene Pflanzenexperiment von Odier (1997) basiert nach diesen Festlegungen auf einer ACC01, da das System Hibiskus den Zufallsprozess nicht abfragt ($x=0$), die auftretenden Ausprägungen der Zufallsvariable jedoch über die künstliche Sonne auf das System Hibiskus zurückwirken ($y = 1$).

Abbildung 3 zeigt dagegen das typische Beispiel einer im Labor realisierten ACC11. Die Versuchsperson sitzt vor einem Tisch mit einem Taster und hat die Aufgabe, diesen in beliebigen zeitlichen Abständen zu betätigen. Das so entstandene elektrische Signal fragt den RNG (Osz.) ab und der so ermittelte binäre Zufallswert betätigt ein Relais (1) oder es geschieht nichts (0). Im Falle einer 1 wird der Lautsprecher mit einer der Versuchsperson zusagenden Musikquelle verbunden, die jene dann hört und sie für die „richtige“ Wahl des Zeitpunktes belohnt, zu dem sie die Taste gedrückt hatte. Ziel des Versuchs ist es, dass die Versuchsperson lernt, eine ACC mit dem RNG aufzubauen und die für sie als angenehm empfundene Situation durch Erzeugung von binären Einsen (1) möglichst oft herbeizuführen.

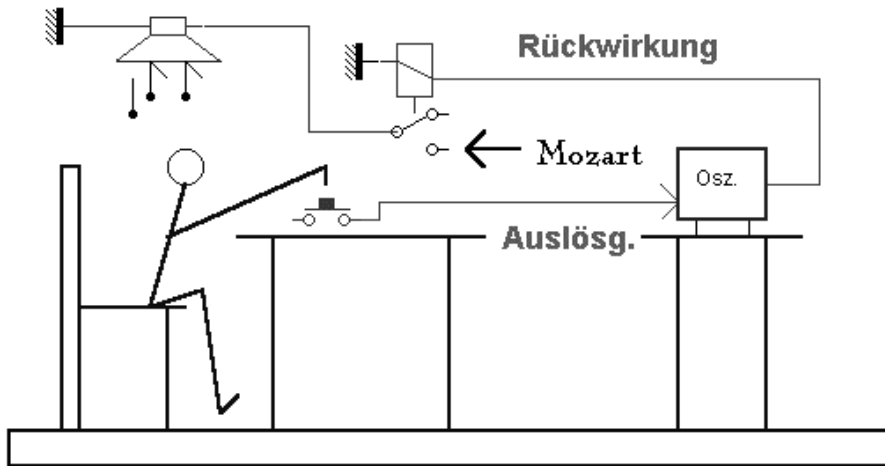


Abbildung 3: Beispiel einer im Labor realisierten ACC11.

Der Fall einer ACC00 ist ebenfalls bekannt. Unter dieser Bezeichnung lassen sich zum Beispiel spontan auftretende Koinzidenzen einordnen. In diesem Falle wirkt der Zufallsprozess in nicht vorhersehbarer Weise so, dass sich für das System relevante Situationen ergeben, ohne dass es zu einer Abfrage des Zufallsprozesses durch das System kommt und ohne eine kausale (direkt erfassbare) Rückwirkung des Zufallsprozesses auf das System selbst. Der Nachweis einer solchen Korrelation vom Typ ACC00 (die sich zum Beispiel nach C.G. Jung im Synchronizitätsphänomen verwirklicht) gestaltet sich in der Praxis sehr schwierig und kann überhaupt nur mit statistischen Methoden und unter Heranziehen vieler dokumentierter Ereignisse gelingen. Hierzu muss es möglich sein, die natürliche Einzelwahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses in einem bestimmten Zeitraum abzuschätzen. Um dann einer großen Anzahl von Koinzidenzen den Charakter einer ACC00 zusprechen zu können, müsste deren Anzahl in einem bestimmten Zeitintervall signifikant über dem durch die Einzelwahrscheinlichkeit gegebenen Erwartungswert im selben Zeitraum liegen.

Das Modelleisenbahn-Experiment

Methoden

Um die Frage zu beantworten, ob der Effekt der akasalen Korrelation (ACC) auch in unbelebten Systemen auftreten kann, erdachten wir das in Abbildung 4 in der prinzipiellen Anordnung dargestellte Experiment: Eine Modelllokomotive mit Gleichstromversorgung durchfährt das gezeichnete Gleisoval gegen den Uhrzeigersinn. Der magnetische Kontakt „Reed 1“ sendet beim Überfahren der Lokomotive einen kurzen elektrischen Impuls an die Tastatur des PC. Daraufhin wird ein ununterbrochen laufender Zufallszahlengenerator

RND (Teil der Programmiersprache MS-QBASIC45, also gerechnet) im PC gestoppt² und der aktuelle Zufallswert z zwischen 0 und 1 (uniform) wird herangezogen, um einen binären Wert ($B=-1$ oder $B=+1$) zu erzeugen.

$$0 < z < 0,5 \Rightarrow B = -1$$

$$0,5 < z < 1 \Rightarrow B = +1$$

Je nach gewähltem B wird die elektrische Weiche mittels zweier Lichtflecke auf dem Bildschirm des PCs auf die äußere oder auf die innere Teilstrecke einer auf einer Seite des Ovals angebrachten Ausweichstelle geschaltet.

$$B = -1 \Rightarrow \text{INNEN}$$

$$B = +1 \Rightarrow \text{AUSSEN}$$

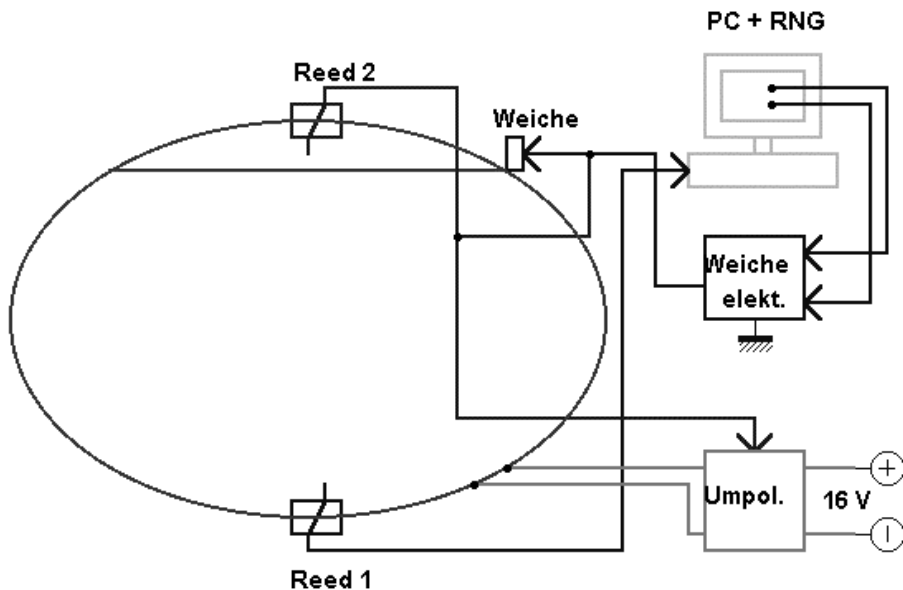


Abbildung 4: Anordnung des Modelleisenbahn-Experiments

² Bei dem verwendeten Computer handelte es sich um einen Pentium MMX mit 200 Mhz, wobei das ausführende Steuerprogramm (Compilerversion von MS-QBASIC V4.5) unter MSDOS (von WINDOWS unabhängiger Modus) lief. In dieser Konfiguration wurde der gerechnete Zufallsgenerator etwa 60000 mal pro gefahrener Runde der Lokomotive (11 Sekunden) aufgerufen. In dem auf einer Kongruenzrelation beruhenden gerechneten Zufallsgenerator sind die Randwerte 0 und 1 nicht möglich, die Maximal- und Minimalwerte sind durch $1-\epsilon$ bzw. ϵ gegeben, wobei $\epsilon > 0$ und sein Wert bei der Single Precision Genauigkeit von MS-QBASIC liegt, also $\epsilon \approx 10^{-8}$. Der Wert 0,5 wurde (trotz der sehr kleinen Wahrscheinlichkeit seines genauen Auftretens) nicht berücksichtigt.

Fährt die Lokomotive entlang der inneren Strecke, so geschieht nichts Besonderes. Durchfährt sie jedoch die äußere Teilstrecke, so wird sie beim Überfahren des Kontaktes „Reed 2“ abrupt umgepolt (Plus- und Minus-Pol der 16-Volt-Gleichstromversorgung werden durch ein Umpolrelais vertauscht) und die Lokomotive fährt bis über die Weiche zurück. Danach wird sie nochmals umgepolt und beendet die Periode entlang der inneren Strecke. Die exakten Schaltpläne der Interfaceelektronik zwischen PC und Eisenbahnanlage sowie deren Erläuterung sind im Anhang 1 zu finden.

Während einer Versuchseinheit von 10.000 Runden der Modell-Lokomotive ermittelt der PC für jede gezählte Runde n die Differenz:

$$S(n) = \sum_{k=1}^n [B_{innen}(k) - B_{ausssen}(k)]$$

Die Funktionen $B_{innen}(k)$ und $B_{ausssen}(k)$ bezeichnen die binären Zufallswerte (+1 oder -1) entsprechend der gefahrenen Passage entlang der inneren und äußeren Teilstrecke der Ausweichstelle in der k -ten Runde. Die Runde mit der Nummer k (also jede beliebige Runde) ist definiert als die gesamte Bewegung der Lokomotive während des Zeitintervalls des k -ten und des $(k+1)$ -ten Überfahrens des Reed1-Kontaktes. Somit zählt auch das Rückwärtsfahren nach der Umpolung mit zur gegebenen Runde, die sich damit zeitlich dementsprechend verlängert.

Unter der Nullhypothese (keine ACC) sollte sich die Differenz $S(n)$ statistisch verhalten, d.h. sich nach einer großen Anzahl von Versuchen im wesentlichen gemäss einer Gauss'schen Verteilung anordnen. Wegen des binären Charakters der Zufallsvariable $B(n)$ und wegen der Uniformität des gerechneten Zufallszahlengenerators RND (das heißt, dass die Einzelwahrscheinlichkeit für das Auftreten der Binärzahl +1 gleich der für -1 ist, nämlich $p=0,5$) ist die einfache Standardabweichung bezüglich S durch die Formel

$$\sigma = 2\sqrt{np(1-p)} = 2\sqrt{\frac{n}{4}} = \sqrt{n}$$

gegeben. Der Faktor 2 ergibt sich daraus, dass $S(n)$ sich auf die Differenz zwischen den positiven und negativen Abweichungen vom Erwartungswert bezieht.

Eine Versuchseinheit besteht aus drei Teilen:

(A) **Test des Zufallsgenerators**: Der gerechnete Zufallszahlengenerator RND der Programmiersprache QBASIC45 wird wiederholt (10 mal 10.000 mal) aufgerufen und zwar in *nicht* abgefragter Weise. Es werden also die Werte z in der anfallenden Reihe herangezogen und die entsprechenden Binärwerte B daraus abgeleitet und abgespeichert.

(B) **Der Eichlauf (Nulllauf)**: Die Lokomotive absolviert 10 Blocks von je 10.000 Umläufen, wobei allerdings die Umpolung, die auf das Überfahren des Kontaktes „Reed 2“ folgt,

deaktiviert bleibt. Die zu fahrende Teilstrecke (innen oder außen) wird durch die abgefragten Werte des RNG bestimmt. Die gefahrenen Teilstrecken werden auf der Festplatte des PC abgespeichert.

(C) *Der Umpolungslauf* : Die Lokomotive absolviert 10 mal 10.000 Umläufe mit eingeschalteter Umpolungsautomatik.

Ergebnisse

Die erste Versuchsreihe dieser Art am IPP in Köln erstreckte sich von Jänner bis April 2000 und bestand aus den oben genannten drei Teilen. Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse dieser Reihe.

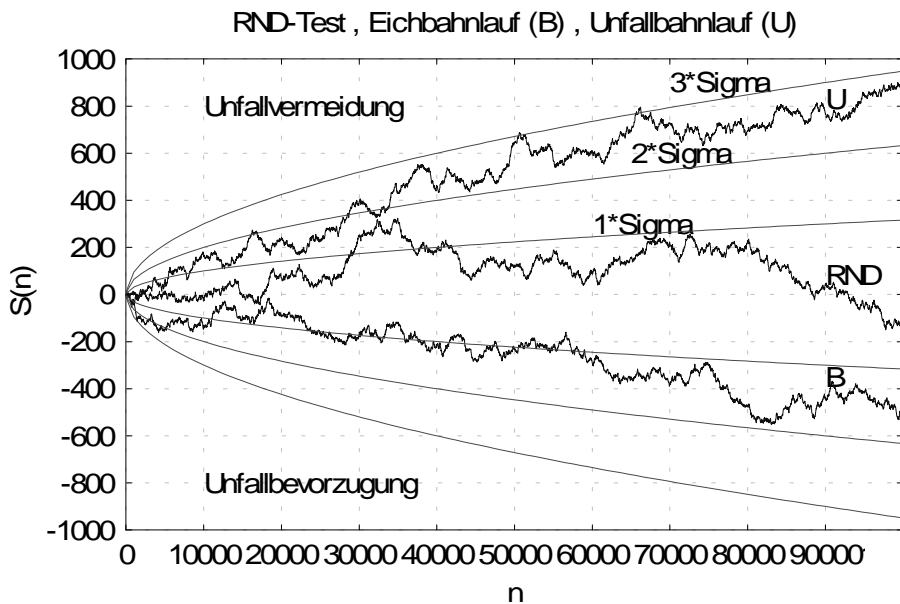


Abbildung 5: Ergebnisse der ersten Versuchsreihe des Modelleisenbahn-Experiments (Erläuterungen: siehe Haupttext).

Die mittlere, mit RND bezeichnete Kurve in Abbildung 5 entspricht dem Test des Zufalls-generators in der oben beschriebenen Weise. Die Kurve der Differenzen $S(n)$ bleibt in diesem Fall fast über das gesamte Intervall in dem durch die Kurven $\pm 1 \sigma$ (also die einfache Standardabweichung) vorgegebenen Bereich. In diesem Sinne verhält sich $S(n)$ also wie erwartet, nämlich in statistischer Weise.

Die mit B bezeichnete untere Kurve bezieht sich auf den Eichlauf (Nulllauf). Dieser zeigt allerdings ein deutlich unter die -1σ Grenze abfallendes Verhalten in Richtung einer Bevorzugung der äußeren Teilstrecke, also jenes Gleisteiles, auf welchem später die Umpolungen geschehen sollten. Obwohl nach 100.000 Umläufen noch kein wirklich signifikantes Ab-

weichen zu verzeichnen ist (für das wir eine Grenze von mindestens 2σ definierten) so ergibt sich bereits der deutliche Eindruck eines von der statistischen Erwartung abweichenden Verhaltens des Gesamtsystems Lokomotive-Zufallsgenerator.

Besonders interessant ist das Ergebnis des Umpolungsdurchgangs: In diesem Fall zeigte sich fast von Anfang an eine deutliche Bevorzugung der inneren Teilstrecke, also jener, auf der die Lokomotive ihre Fahrt ohne Umpolung vollführen konnte. Die Abweichung vom statistischen Verhalten ist deutlich, da die $+2 \sigma$ Grenze bereits bei 30.000 Runden überschritten wurde. Nach 100.000 Perioden erreichte die Abweichung den Wert von $2,8 \sigma$.

Die Umlaufgeschwindigkeit auf der inneren (der umpolungsfreien) Teilstrecke betrug 11 Sekunden.

Replikationsstudie

Eine exakte Reproduktion dieses Versuchs fand in den Wintermonaten Dezember 2000 bis Januar 2001 ebenfalls am IPP Köln statt. Wir reduzierten allerdings die Umlaufzeit von 11 Sekunden auf 5,5 Sekunden, verdoppelten also bei ansonsten vollkommen gleichen Bedingungen (selbe Gleisanlage, selber Lokomotivtyp) die Geschwindigkeit der Lokomotive.

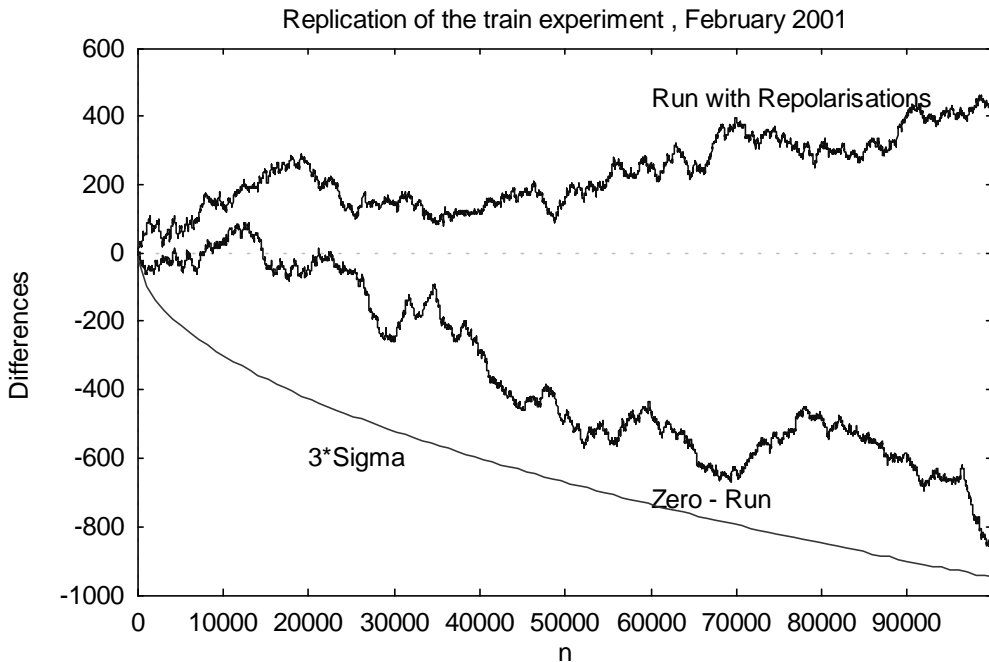


Abbildung 6: Ergebnisse der exakten Replikation des Modelleisenbahn-Experiments mit verdoppelter Umlaufgeschwindigkeit.

Die Resultate zeigten das selbe qualitative Verhalten, nur die Beträge der Abweichungen zeigten eine deutliche Änderung, wie aus Abbildung 6 zu ersehen ist³.

Wie im ersten Versuch, so zeigte sich auch diesmal im Nulllauf eine Bevorzugung der äußeren Teilstrecke, diesmal allerdings mit verdoppelter Abweichung vom Erwartungswert und somit deutlich signifikant mit einem Maximum nach 100.000 Perioden von $-2,7 \sigma$.

Auch der Umpolungslauf verhielt sich wie zuvor, nämlich so, dass die äußere Teilstrecke, auf welcher die Umpolungen geschahen, tendenziell vermieden wurde. Allerdings halbierte sich das Vermeidungsverhalten auf etwa $+1,5 \sigma$ nach 100.000 Perioden.

Erster Versuch einer Interpretation

Alle bisher erzielten Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine akusale Korrelation vom Typ ACC11 auch in unbelebten Systemen möglich ist. Sowohl in den oben beschriebenen Eichläufen, als auch in den Umpolungsläufen ist es offensichtlich so, dass der Zufallsprozess (in diesem Fall die abgefragten Werte des gerechneten Zufallsgenerators RND) auf das System zurückwirken, und zwar in Abhängigkeit von ihrem Wert. Das System Modelleisenbahnanlage „reagiert“ darauf mit einer modifizierten Abfrage der Zufallswerte, die offensichtlich so gestaltet wird, dass es zu einem teilweise signifikanten Abweichen der Verteilung der binären Zufallszahlenfolge von deren Erwartungswert kommt. Dabei soll ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass der Zufallsprozess, mit welchem das System „Modellanlage“ in einer akusalen Korrelation steht, *nicht* in der an sich *deterministischen* (d.h. nur durch ihren Anfangswert bestimmten) Pseudozufallsreihe der Computersoftware besteht, sondern vielmehr in der *echt* zufälligen Variation der Umlaufperiode der Lokomotive, die für die Abfrage der Pseudozufallsreihe verantwortlich ist. Dieses *systeminhärente* Zufallselement, also die echt zufällige Folge der Ankunftszeitpunkte der Lokomotive am Kontakt „Reed 1“ (Periodenzähler) ist also der relevante Partner der ACC in diesem Gesamtsystem.

Obwohl wir zur Zeit noch weit davon entfernt sind zu verstehen, wie es das System bewerkstelligt, die Zufallsfolge in „seinem Sinn“ abzufragen, so wollen wir dennoch versuchen, für die gefundenen Anomalien einen Interpretationsrahmen abzustecken:

Wir stellen zunächst fest, dass in allen unseren Versuchen ein Bruch der Symmetrie der Verteilung binärer Zufallszahlen mit uniformer Wahrscheinlichkeitsverteilung (die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer -1 ist ebenso groß wie die für eine $+1$, nämlich $p=0,5$) vorliegt. Wir schließen daraus, dass diesem beobachteten Symmetriebruch auch eine asymmetrische Situation für das System Modelleisenbahn in Abhängigkeit von den abgefragten Zufallszahlen entsprechen muss. Im Falle der Umpolungssituation ist dies offensichtlich der Fall. Hier entspricht die Zufallszahl -1 der freien Fahrt, wohingegen die $+1$ eine Umpolung der Lokomotive und damit ein Rückwärtsfahren über einen Teil der äußeren Strecke bewirkt. Nun reagierte das System Modelleisenbahnanlage so, dass es nach dem Aktivieren der Umpolungen durch Abfrage der Zufallsfolge die Umpolungssituation mehr oder weniger

³ Der in Abbildung 6 nicht dargestellte Test des Zufallsgenerators verlief ebenso wie im ersten Versuch, es zeigte sich kein vom statistisch erwartbaren Verhalten sichtbar abweichendes Ergebnis.

stark vermied. Wir wissen natürlich, welche Vorgänge sich in dem Gleichstrommotor bzw. dem Getriebe der Lokomotive abspielen, wenn diese plötzlich (innerhalb von Millisekunden, siehe Anhang 1) umgepolt wird: Zunächst bedeutet dies einen elektrischen Schock für den Motor, der sich durch die Selbstinduktion seiner Rotorspule ergibt und sich in einem kurzen Spannungsstoß von bis zu einigen 100 bis 1000 Volt äußert. Außerdem kommt es zu einer hohen Stromspitze im Augenblick des Motorstillstandes, wenn der Strom ausschließlich durch den ohmschen Widerstand der Rotorwicklung begrenzt ist. Dazu kommt noch die mechanische Belastung des Motorengetriebes sowie der Radaufhängung im Augenblick des Reversierens aus voller Fahrt, die durch die Trägheit der Lokomotivmasse und das entsprechende Trägheitsmoment des Rotors bewirkt wird. Tatsächlich hat bis jetzt noch keine der eingesetzten Lokomotiven diese Belastungen über mehr als 100.000 Perioden überstanden, ohne dass eine gründliche Reparatur und Wartung erforderlich war.

Wir halten also fest, dass das System „Modelleisenbahn“ seine Systemkomponente „Lokomotive“ desto besser vor Zerstörung schützt, je effektiver es ihm gelingt, die Zufallsfolge so abzufragen, dass die Zufallszahl -1 bevorzugt erscheint. Man beachte, dass dieses Systemverhalten vollkommen spontan eintritt und in keiner Weise in den normalen Systemfunktionen vorgesehen war. Es ist in diesem Sinn also ein emergentes⁴ Phänomen.

Auf Grund dieser Ergebnisse stellen wir eine Hypothese auf, die wir so lange verwenden wollen als wir auf kein Systemverhalten stoßen, das ihr widerspricht:

Hypothese: Ein System, welches mit einer Zufallsfolge in einer akausalen Korrelation steht, wird aus der Zufallsfolge bevorzugt jene Ausprägungen der Zufallsvariable abfragen, die destruktive Situationen vom Gesamtsystem abhalten.

Es stellt sich nun die Frage, wie wir im Rahmen dieser Hypothese das Verhalten des Systems Modelleisenbahn erklären, wenn die Umpolungen deaktiviert sind (Nulllauf). Im Sinne der aufgestellten Hypothese fragen wir uns also, welchen Vorteil es für das ungestörte System haben könnte, die äußere Teilstrecke zu bevorzugen?

Unsere derzeitige Interpretation dieses Phänomens stammt von Johanna-Marie Hagel sowie Marcel Odier, die uns in Gesprächen erstmals darauf aufmerksam machten, dass eine mögliche Verbindung dieses Verhaltens zu der asymmetrischen Anordnung der Gleisanlage bestehen könnte (siehe Abbildung 4). Diese asymmetrische Anordnung bewirkt, dass der mittlere Krümmungsradius der äußeren Teilstrecke größer ist, als der der inneren. Somit unterliegt die Lokomotive auf der äußeren Strecke einer entsprechend niedrigeren mittleren Zentrifugalkraft und das Teilsystem „Lokomotive“ erleidet im Laufe des Experiments weniger Abnutzung als im Alternativfall.

Wie man aus einem Vergleich der Abbildungen 5 und 6 sieht, verdoppelt sich die Abweichung zugunsten der äußeren Strecke nach einer Verdoppelung der Geschwindigkeit.

⁴ Darunter verstehen wir ganz allgemein ein Phänomen, das sich in einem System spontan ergibt, ohne dass es in der „Konstruktion“ des Systems vorgesehen war. So wird etwa von Vertretern mancher psychologischer Lehrmeinungen angenommen, dass Bewusstsein ein emergentes Phänomen des komplexen menschlichen (eventuell auch tierischen) Gehirnsystems ist.

Definieren wir die Stärke der akausalen Korrelation X als die in einer bestimmten Anzahl von Perioden erzielte Differenz S (in σ) bezogen auf die Anzahl der Perioden,

$$X = \frac{S[\sigma]}{N}$$

so folgt aus der Beobachtung, dass X nicht direkt proportional zur Zentrifugalkraft sein kann, da diese selbst proportional dem Quadrat der Bahngeschwindigkeit ist.

$$F_z = \frac{mv^2}{R}$$

Wir erzielen hingegen Widerspruchsfreiheit mit der Annahme, dass die Effektstärke X proportional dem der Fliehkraft entsprechenden Differenzkraftstoß ist, also dem Zeitintegral der Differenz der Kräfte, die entlang beider Teilstrecken auf die Lokomotive wirken.

$$I = \int_t \left[mv^2 \left(\frac{1}{R_A} - \frac{1}{R_I} \right) \right] dt$$

Dieses Integral kann weiter umgeformt werden, indem wir das Wegelement ds einführen:

$$dt = \frac{ds}{v}$$

Damit ergibt sich für den Kraftstoß:

$$I = \left[m \left(\frac{1}{R_A} - \frac{1}{R_I} \right) \int_s ds \right] v = \left[m \left(\frac{1}{R_A} - \frac{1}{R_I} \right) L \right] v$$

wobei L die durchfahrene Bogenlänge der jeweiligen Kurven ist, m die Masse der Lokomotive und R_A und R_I die Krümmungsradien der beiden Teilstrecken sind. Es besteht also tatsächlich eine Proportionalität zwischen der Effektstärke X und dem auf die Lokomotive wirkenden Differenzkraftstoß.

Die Hypothese konnte auch insofern bekräftigt werden, als eine Wiederholung des Versuchs mit einer geometrisch symmetrischen Anordnung (siehe Abbildung 7) im Falle keiner Umpolungen tatsächlich keinen signifikanten Effekt ergab, da $R_A = R_I$.

Zusammenfassend lautet also die Proportionalitätshypothese:

Hypothese: Ein System, welches mit einer Zufallsfolge in einer akausalen Korrelation steht und welches durch rückwirkende binäre Zufallswerte zwei möglichen mechanischen Stress-situationen ausgesetzt wird, reagiert durch eine ACC11 so, dass die sich ergebende Abweichung der Zufallszahlen von deren Erwartungswert proportional dem Differenzkraftstoß ist, der auf einen bestimmten Teil des Systems wirkt.

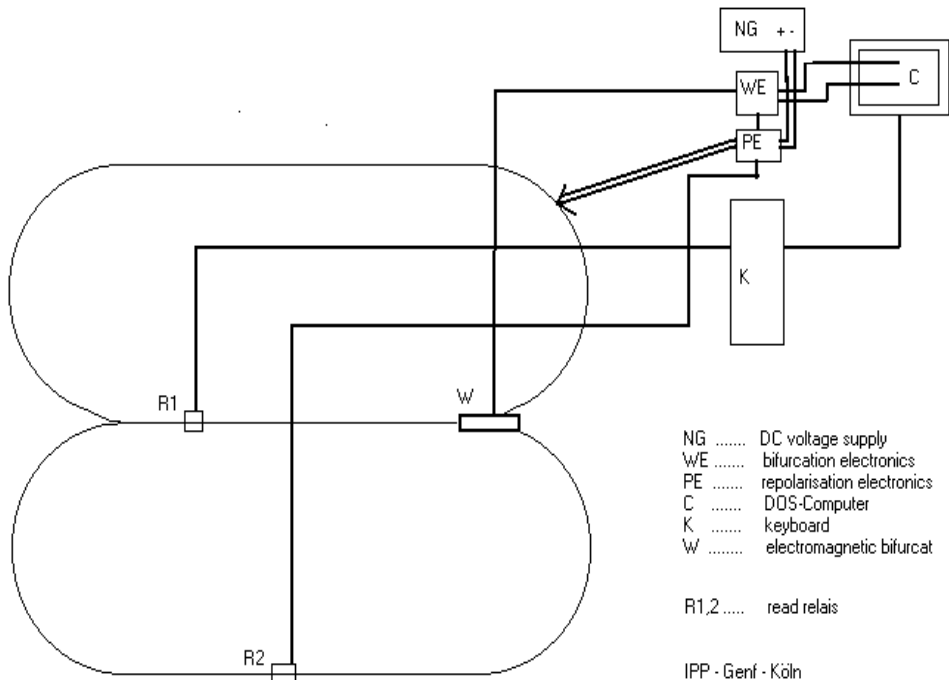


Abbildung 7: Symmetrische Anordnung zur Überprüfung der Proportionalitätshypothese.

Das Problem des Beobachters

Unsere experimentelle Arbeit scheint zu zeigen, dass der Effekt der akausalen Korrelation nicht eine alleinige (und damit auszeichnende) Fähigkeit von lebenden oder gar bewussten Systemen ist, sondern er auch in unbelebten Systemen existiert. Im Zuge des entsprechenden Beweisverfahrens stoßen wir allerdings auf eine Schwierigkeit, sobald wir den

Experimentator als Beobachter in das Geschehen einbeziehen. Es mag zwar ACC unabhängig von bewussten Systemen ablaufen, deren Feststellung bedarf allerdings der Beobachtung durch ein bewusstes System, in diesem Fall einen menschlichen Beobachter. Da aber – entsprechend unserer Hypothese – ACC in beliebigen Systemen möglich ist, müssen wir im Zuge jeder Beobachtung auch eine mögliche Störkoppelung zwischen dem Experimentator und dem Zufallsprozess annehmen und berücksichtigen.

Die große Schwierigkeit besteht natürlich darin, dass – wegen der noch unbekanntem Natur des Phänomens der ACC – eine wirkungsvolle Abschirmungsmethode für Störeinflüsse unmöglich ist. Es bleibt also nur die Möglichkeit, die eigentlichen Störquellen soweit als möglich zu eliminieren. Wir unterscheiden zwei prinzipielle Mechanismen, die zu derartigen Störungen führen können:

1. Die direkte Beobachtung des ablaufenden Experiments. In diesem Fall konzentriert sich der Experimentator bewusst auf das ablaufende Experiment, er verfolgt den Weg der Lokomotive und freut sich oder ist enttäuscht über jede „richtig“ oder „falsch“ gestellte Weiche, die das Gesamtergebnis „verbessert“ oder „verschlechtert“ (im Sinne des Beobachters). Im Sinne einer psycho-physikalischen Interaktion kann es hier also zu einer ACC kommen, die in der Lage ist, das Gesamtergebnis zu verfälschen. Zur Zeit läuft am IPP-Köln ein Experiment, welches in der Lage ist, diesen Teileffekt konkret zu messen. Wir werden nach Abschluss dieses Experiments darüber berichten. Der Effekt der direkten Beobachtung ist dadurch unter Kontrolle zu halten, dass das Experiment möglichst unter der physischen Abwesenheit des Experimentators stattfindet. An diese Regel hielten wir uns insofern, als sich die totale Anwesenheitszeit des Experimentators auf nur 1,5 % der Gesamtzeit beschränkte. Diese 1,5 % waren nötig, um die anfallenden Kontrollen und eventuellen Wartungsarbeiten am laufenden Experiment durchzuführen.

2. Das Wissen des Experimentators um sein Experiment. Es ist unserer Meinung nach unbestreitbar, dass diejenigen Personen, die ein bestimmtes Experiment erdacht haben, auch an einem bestimmten Ergebnis interessiert sind und dessen Zutreffen daher wünschen. Dieser Wunsch erzeugt eventuell eine akusale Korrelation zwischen den bewussten oder unbewussten Wünschen des Beobachters und dem Zufallsprozess der Anlage, selbst in Abwesenheit des Beobachters.

Unerwartetes Systemverhalten

Während der erste Punkt durch Beschränkung der direkten Anwesenheitszeiten relativ leicht zu kontrollieren ist, so ist der zweite Punkt nur schwer zu behandeln. Eine zunächst offensichtliche Methode bestünde darin, das Bewusstsein des Experimentators während des (einige Tage bis Wochen) dauernden Experiments auszuschalten, etwa durch einen kontrollierten künstlichen Tiefschlaf. Diese Methode scheint uns jedoch wegen ihrer eventuellen gefährlichen Nebenwirkungen ethisch nicht vertretbar zu sein.

Ein zufälliges Ereignis, das während des Versuchs einer Replikation des Experiments auftrat und das nun beschrieben werden soll, wies uns jedoch darauf hin, dass tatsächlich eine gewisse Unabhängigkeit des Systems Modellbahn-Zufallsprozess vom Beobachter besteht:

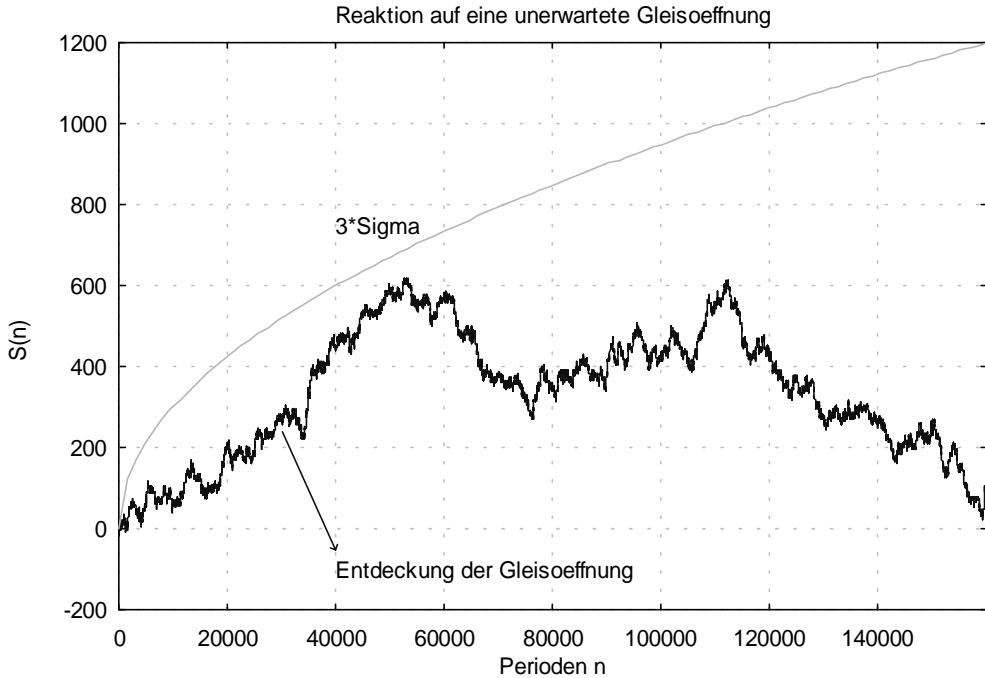


Abbildung 8: Unerwartete Reaktion der Modellbahnanlage auf eine Gleisöffnung.

Während dieses Versuchs kam es – anstatt des zu erwartenden Asymmetrieeffekts – zu einer plötzlichen und sehr starken Vermeidung der äußeren Strecke. Ganz im Gegensatz zum vorhergehenden Experiment „akzeptierte“ die Lokomotive diesmal mit hohem Überhang den kleineren Krümmungsradius. Dieses Verhalten stellte uns einige Zeit vor Rätsel, bis wir schließlich in der äußeren Teilstrecke nach 30.000 gefahrenen Perioden eine etwa 0,75 cm lange Öffnung an einer Gleistrengung bemerkten, die sich spontan gebildet hatte. Die Öffnung war gerade noch klein genug, um das Entgleisen der Lokomotive zu verhindern, diese erhielt jedoch an der defekten Stelle einen kräftigen Stoß. Nach der Beseitigung des Fehlers durch Schließen der Geleise und neues Fixieren des Gleiskörpers auf der Labortischplatte behielt die Anlage dieses Verhalten noch für weitere 20.000 Perioden bei, um dann zuerst zu statistischem Verhalten und in der Folge wieder zu ihrem alten Asymmetrieverhalten überzugehen. In Abbildung 8 kann dieser Vorgang nachvollzogen werden. Da dieser Effekt unerwartet auftrat, schließen wir, dass die Modellbahnanlage mit dem Zufallsgenerator unabhängig vom Beobachter (Experimentator) in Wechselwirkung treten kann, um die Wirkung einer für das Gesamtsystem destruktiven Situation abzuschwächen.

Die verblindete Version des Experiments

Schließlich erfolgte noch ein bis an die Grenzen des Möglichen verblindeter Lauf. In diesem Falle entschied ein kleines Computerprogramm vor Beginn des Experiments durch Aufrufen des Zufallsgenerators, auf welchem Zweig der Ausweichstelle später die Umpolung geschehen sollte. Dieses Ergebnis wird den Experimentatoren nicht angezeigt, sondern nur auf der Festplatte des PC abgelegt. Nach dem Start der Anlage hatte der Experimentator 120 Sekunden lang Zeit, den Raum zu verlassen. In dieser Zeit geschah noch keine Umpolung auf den Geleisen der Ausweichstelle. Nach dieser Zeit – als die Experimentatoren den Raum bereits verlassen hatten – stellte sich die Steuerelektronik auf die auf der Festplatte gespeicherte Information über die Lage des Unfallzweiges ein und der Versuch lief wie zuvor ab. Eine rote Lampe über der Eingangstüre zum Experimentierraum zeigte den laufenden Versuch an. Die im beobachteten Lauf durchgeführten visuellen Kontrollen des korrekten Versuchsablaufes wurden durch eine akustische Kontrolle ersetzt (Öffnen der Türe mit geschlossenen Augen und Hören des Fahrgeräusches). Auf diese Weise gelang es, alle 10 Durchgänge über je 10.000 Perioden zu absolvieren, ohne zu erfahren, wo die Umpolungen stattfanden.

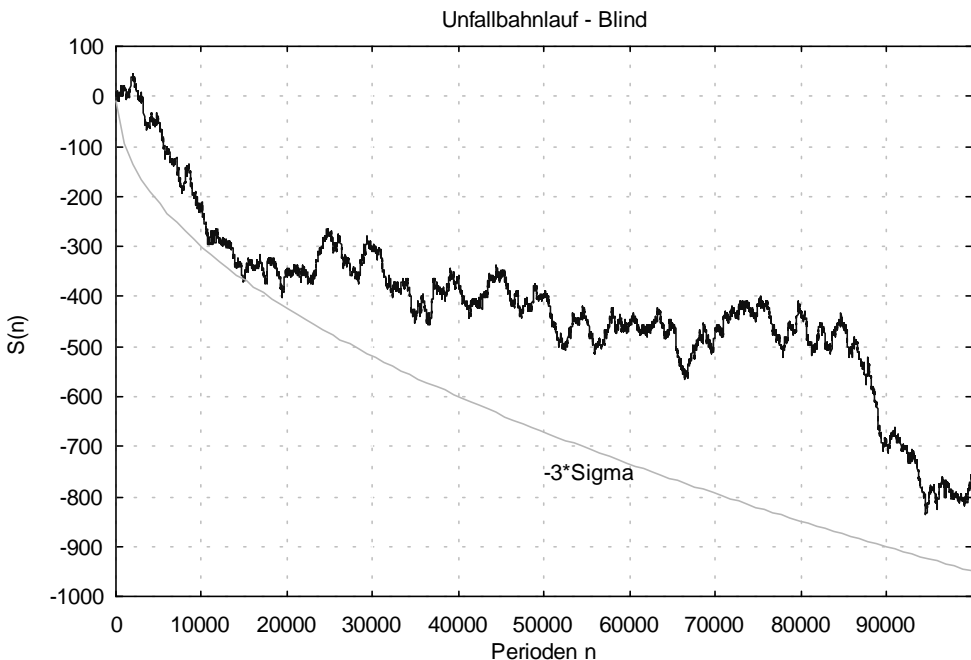


Abbildung 9: Ergebnis des verblindeten Unfallbahnlaufes.
(Umpolungszweig = innen)

Am Ende des Experiments wurden die Daten vom Computer geladen und die gefahrene Streckenverteilung des Umpolungslaufs als Funktion der Periodenanzahl dargestellt. Danach schlossen wir aus dem Verlauf der Kurve, welche der beiden Teilstrecken bevorzugt befahren wurde und welche somit tendenziell vermieden wurde, so dass jene von uns als die vermutliche Umpolungsstrecke identifiziert wurde. Erst danach verglichen wir unsere Vermutung mit der auf der Festplatte zu Beginn des Laufes gespeicherten Information. Die korrekte Identifizierung der Umpolungsstrecke gelang. Abbildung 9 zeigt das Ergebnis dieses Laufes über 100.000 Perioden.

Die Bedeutung des verblindeten Experimentes ist die, dass dem Beobachter eine wesentliche Systemeigenschaft während des Versuchs unbekannt ist und somit die eventuell vorhandene Verbindung zwischen dem Wunsch des Experimentators nach einem gewissen Ausgang des Experiments und dem realen Experiment unterbunden wird.

Zusammenfassung und Diskussion

Die in diesem Artikel beschriebenen Experimente eröffnen eine neue und unerwartete Sicht auf das Problem der akasalen Korrelation zwischen Systemen und Zufallsprozessen. Bislang wurde im Wesentlichen davon ausgegangen, dass es Systeme mit einem Mindestmaß an Bewusstheit sind (höhere Tiere und Menschen), die zu solchem Korrelationsverhalten (wie zum Beispiel der Mikro-Psychokinese) befähigt sind. Im Gegensatz dazu meinen wir durch unsere Experimente gezeigt zu haben, dass auch eine gewisse Mindestkonfiguration unbelebter Systeme diese Fähigkeit besitzt. Nach unseren Untersuchungen handelt es sich um Systeme, die mehr oder weniger regelmäßig einen unabhängig laufenden Zufallsprozess abrufen, wobei die gefundenen Ausprägungen der Zufallsvariable dazu benutzt werden, auf einen Teil des Systems rückzuwirken. Unsere Experimente in ihren verschiedenen Variationen zeigen, dass es zu einer akasalen Korrelation zwischen dem System und dem Zufallsprozess kommt, der so gestaltet ist, dass jene Ausprägungen der Zufallsvariable signifikant häufiger auftreten, die zu einer Vermeidung einer destruktiven Situation führen. Auf Grund der Ergebnisse unserer Experimente postulieren wir folgende Hypothese:

Ein unbelebtes System verfügt über die prinzipielle Fähigkeit, sich mit einem Zufallsprozess, welcher auf das System rückwirkt, akasal so zu korrelieren, dass jene Ausprägungen der Zufallsvariable bevorzugt erscheinen, die destruktive Einflüsse auf das System verhindern.

Besonders bemerkenswert finden wir die Tatsache, dass das im Modelleisenbahn-Experiment beobachtete Verhalten vollkommen spontan einsetzt. Somit handelt es sich um eine Form von Selbstorganisation, die dazu dient, das System in seiner komplexen Form zu erhalten. Wenn wir das eigentliche System und den Zufallsprozess als ein Gesamtsystem betrachten, dann scheint es insofern zumindest gewissen abgeschlossenen Systemen möglich zu sein, die thermodynamisch geforderte Zunahme ihrer Entropie zu verlangsamen, indem sich der nicht zufällige Teil des Systems mit dem zufälligen Teil in eine akasale Korrelation setzt. Wir denken, dass es verfrüht ist, Schlüsse hinsichtlich einer möglichen Verletzung thermodynamischer Gesetze zu ziehen. Hierzu müssen noch viele weitere

Experimente mit verschiedenartigen Systemen durchgeführt werden, was wir zur Zeit gerade in Angriff nehmen.

Auf dem jetzigen Stand können wir aber schon festhalten, dass der Mechanismus der akausalen Korrelation nicht ausschließlich in bewussten Systemen vorkommt, sondern in der Natur überhaupt präsent ist. Oft als „Psi“-Phänomene bezeichnete Vorgänge sind damit auch auf der Ebene unbelebter Systeme möglich und wir müssen mit ihrem Einfluss auch schon in der vorbiologischen Evolution des Universums rechnen. Dies könnte sehr weitreichende Konsequenzen auf unser Verständnis von der Entwicklung aller Dinge haben und unser Bild von der Rolle belebter und unbelebter Materie entscheidend revolutionieren.

Danksagung

Für die Anregung zu dieser Arbeit und deren finanzielle Förderung sowie für zahlreiche und umfassende Diskussionen zum Thema danken wir Dr. Marcel Odier in Genf. Unser besonderer Dank gilt Johanna Marie Hagel für ihre aktive Mithilfe bei der Vorbereitung der Experimente und der richtungsweisenden Interpretation der experimentellen Resultate. Außerdem danken wir ihr für die Betreuung der Replikationsexperimente am IPP-Genf.

Die Autoren bedanken sich bei Dr. Dr. Walter v. Lucadou für seine beratende Hilfe, die er unserem Institut während des ersten Jahres seiner Existenz angedeihen ließ, sowie für viele wertvolle Anregungen und Diskussionsbeiträge betreffend der vorliegenden Arbeit. Für anregende und ideenbringende Diskussionen zum behandelten Gebiet danken wir auch Dr. Harald Atmanspacher und Dipl.-Psych. Emil Boller vom IGPP in Freiburg. Dr. Jiri Wacker- mann, Leiter des psychophysiologischen Labors des IGPP, sowie Dr. Frauke Schmitz-Gropengießer danken wir für ihre Bemühungen um die Replikation des Modelleisenbahn-Experiments am IGPP. Die dabei erzielten Ergebnisse werden im Anhang 2 beschrieben.

Bei Dipl.-Psych. Alexander Schestag von der Universität Heidelberg bedanken wir uns für viele anregende Gespräche zum Thema und für seine bisherige Tätigkeit als Webmaster unseres Instituts.

Literatur

Bauer, B. (1985): Physikalische Überlegungen zur Parapsychologie. Das Generator-Effektor-Modell. *Zeitschrift für Parapsychologie und Grenzgebiete der Psychologie* 27, 34-54.

Eusterschulte, A. (1997): Giordano Bruno. Junius, Hamburg.

Hagel, J.; Tschapke, M. (2000): Zur Möglichkeit der Beeinflussung von Zufallsprozessen in unbelebten Systemen. Eingereichtes Manuskript, *Zeitschrift für Parapsychologie und Grenzgebiete der Psychologie*.

Hagel, J.; Tschapke, M. (2001): Replikation des Modelleisenbahnexperimentes am IGPP (Freiburg) zum Nachweis von akausalen Korrelationen in unbelebten Systemen. Unveröffentlichter Arbeitsbericht.

Lucadou, W.v. (1986): Experimentelle Untersuchungen zur Beeinflussbarkeit von stochastischen quantenphysikalischen Systemen durch den Beobachter. Herchen,

Frankfurt/Main.

- Lucadou, W.v. (1997): Psi-Phänomene. Neue Ergebnisse der Psychokinese-Forschung. Insel, Frankfurt/Main.
- Lucadou, W.v.; Kornwachs, K. (1979): Parapsychologie und Physik. In: Condrau, G. (Hrsg.): Die Psychologie des 20. Jahrhunderts, Band 15: Transzendenz, Imagination und Kreativität. Kindler, Zürich, 494-512.
- Odiar, M. (1997): Can plants influence chance? *Bulletin de la Fondation Marcel et Monique Odier de Psycho-Physique*, No. 3, 13-17.
- Radin, D.; Nelson, R. (1989): Evidence for Consciousness-Related Anomalies in Random Physical Systems. *Foundations of Physics* 19, 1499-1514.
- Rhine, L.E.; Rhine, J.B. (1943): The psychokinetic effect. *Journal of Parapsychology* 7, 20-43.
- Pratt, J.G. (1960): The Case for Psychokinesis. *Journal of Parapsychology* 24, 171-188.
- Pratt, J.G. (1965): Zum Stand der Psychokinese-Forschung. *Zeitschrift für Parapsychologie und Grenzgebiete der Psychologie* 8, 129-139.
- Schmidt, H. (1970): A PK test with electronic equipment. *Journal of Parapsychology* 34, 157-181.
- Schmidt, H. (1977): PK effect on prerecorded targets. *Journal of the American Society for Psychical Research* 71, 171-176.
- Schmidt, H. (1981): PK tests with pre-recorded and pre-inspected seed numbers. *Journal of Parapsychology* 45, 87-98.

Anhang 1: Technische Details

Die Kommunikation zwischen dem System Modelleisenbahn und dem PC erfolgte über die Tastatur des Computers sowie über den Computerbildschirm und wurde mit opto-elektronischen Methoden realisiert. Wir verwendeten diese Methode einerseits aus Gründen der Anschaulichkeit und andererseits, um galvanisch vermittelte Störsignale verschiedenen Ursprungs von vornherein auszuschließen. Die beiden magnetisch ausgelösten Reedkontakte sind in den Gleiskörper integriert und schließen sich beim Überfahren der Lokomotive durch einen an deren Unterseite befestigten kleinen Permanentmagneten. Sie sind an eine +5V Gleichstromversorgung angeschlossen, ein kleiner Entstörkondensator ist ihnen parallel geschaltet (1 μ F). Der Kontakt „Reed 1“ (siehe auch Abbildung 4) führt über einen Vorwiderstand von 150 Ω an die Leuchtdiode eines integrierten Optokopplers.

Die Emitter-Kollektorstrecke des Optokopplers schließt jene Anschlüsse des Keyboard-ICs kurz, die für den Tastendruck „b“ zuständig sind. Dieser simulierte Tastendruck löst dann in der Software des Experiments einerseits das Zählen der gefahrenen Runden sowie das Anhalten des ununterbrochen laufenden gerechneten Zufallsgenerators aus.

Die sich daraus ergebende Zufallszahl +1 oder -1 wird auf dem Bildschirm durch zwei übereinander liegende Leuchtkästchen angezeigt, die je nach Zufallszahl für etwa eine Sekunde aufleuchten oder dunkel bleiben. Abbildung 11 zeigt den Bildschirm des PC

während des laufenden Experiments. Auf die Positionen der beiden Lichtkästchen sind lichtempfindliche Halbleiter (LDR07) geklebt, die mit der in Abbildung 13 dargestellten Schaltung zur Steuerung der elektromagnetischen Weiche verbunden sind.

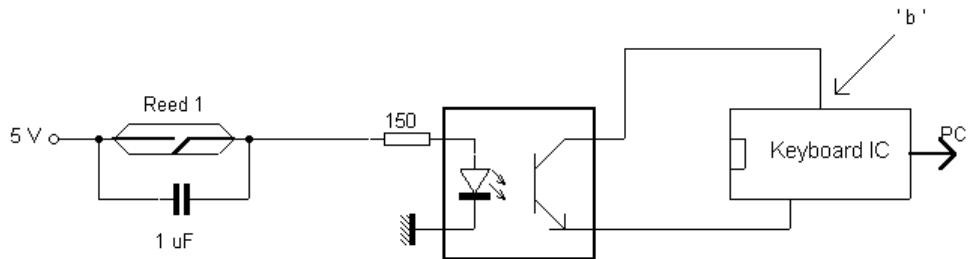


Abbildung 10: Schematische Darstellung des Interface zwischen „Reed 1“ und dem PC.

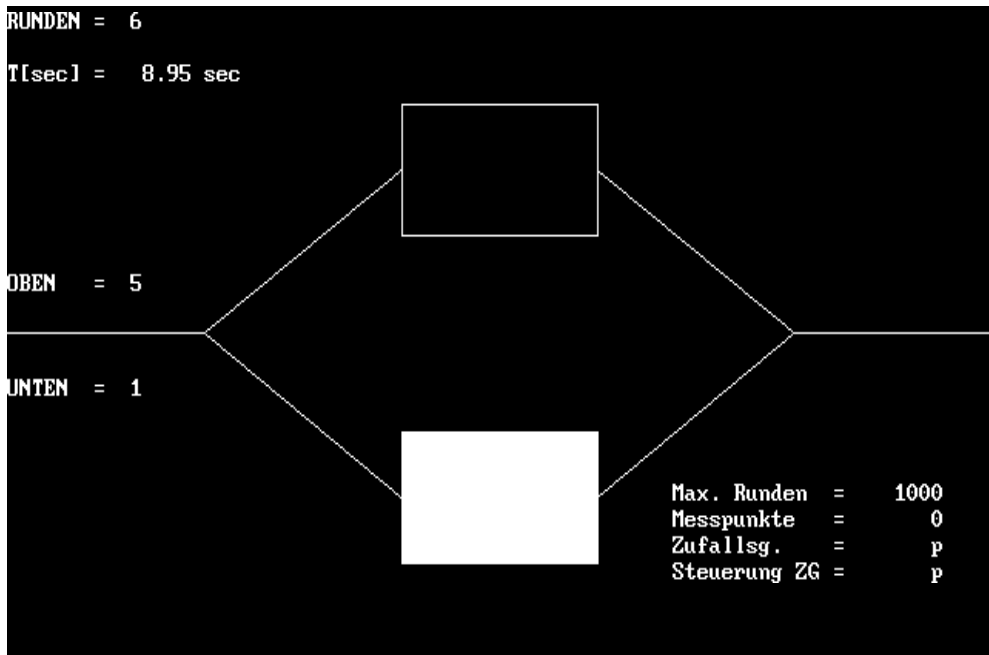


Abbildung 11: Bildschirmkopie während des laufenden Modellbahn-Experiments.

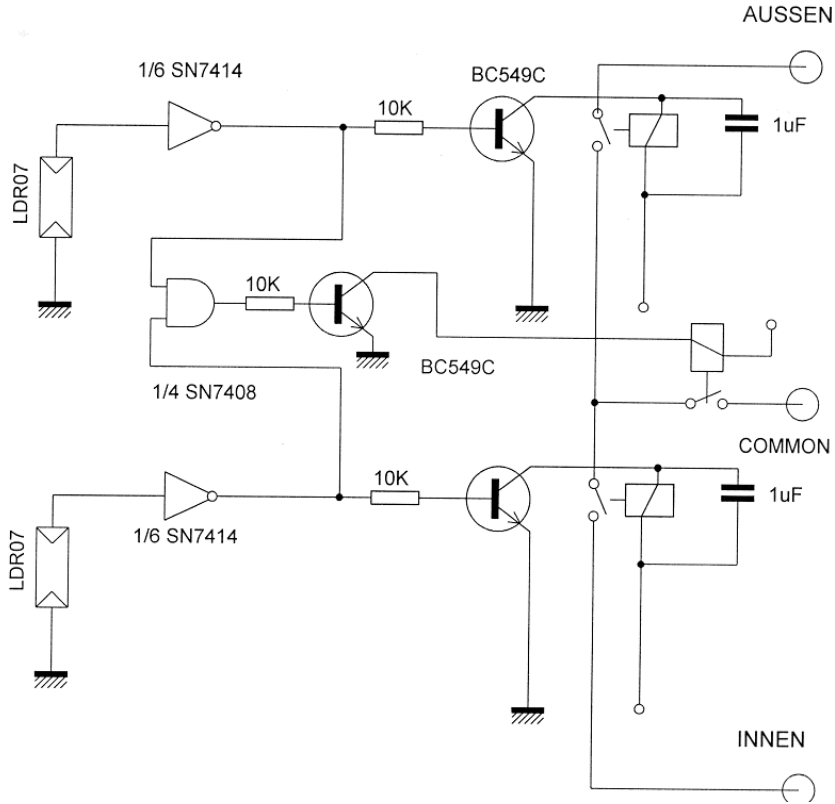


Abbildung 12: Schaltung zur Weichensteuerung des Modelleisenbahn-Experiments.

Bei Lichteinfall werden die LDR's stromdurchlässig und somit werden die Eingänge der TTL Triggerinverter auf logisch Null gesetzt. Damit werden die Ausgänge der Inverter durchgeschaltet, und über den Vorwiderstand von $10\text{ K}\Omega$ werden die Transistoren aktiviert, die schließlich das Weichenrelais schalten. Das TTL UND-Gatter dient dazu, bei gleichzeitigem Lichteinfall auf beide LDR's die Weiche zu blockieren, um diese nicht zu zerstören. Durchfährt die Lokomotive die äußere Teilstrecke, so sendet der magnetische Kontakt „Reed 2“ einen 5 V Impuls in die in Abbildung 13 dargestellte Schaltung. Dieser Impuls lädt über den Vorwiderstand von $10\ \Omega$ sehr schnell einen Kondensator von $1000\ \mu\text{F}$ auf. Daraufhin schaltet die nachfolgende Kombination aus zwei Transistoren mit dazwischen liegendem Inverter ein Doppelrelais, welches die Stromversorgung (16 Volt DC) der Lokomotive umpolt, und zwar mit der für dieses Relais angegebenen Schaltgeschwindigkeit von $2/1000\ \text{sec}$. Im selben Moment wird über die zwei folgenden Inverter und den dritten Transistor ein weiteres (einfaches) Relais geschaltet, welches die Weiche, die die Lokomotive auf die äußere Strecke leitete, wieder auf die innere Teilstrecke zurücksetzt. Nach Ende des

Impulses von „Reed 2“ beginnt sich der Kondensator von 1000 uF über den veränderlichen Widerstand (1-6 K Ω) im Basiskreis des Transistors langsam zu entladen. Dadurch wird die Spannung am Kollektor des Transistors positiver, und bei einem kritischen Wert schaltet der Triggerinverter seinen Ausgang auf logisch Null. Damit sperrt auch der nachfolgende Transistor, und das Doppelrelais polt die Stromversorgung der Lokomotive wieder zurück. Mit dem regelbaren Widerstand von 5 K Ω kann die Entladezeit des Kondensators so eingestellt werden, dass die zweite Umpolung mit Sicherheit erst nach dem Rückwärtsüberfahren der Weiche geschieht, um ein Pendeln des Systems zu verhindern.

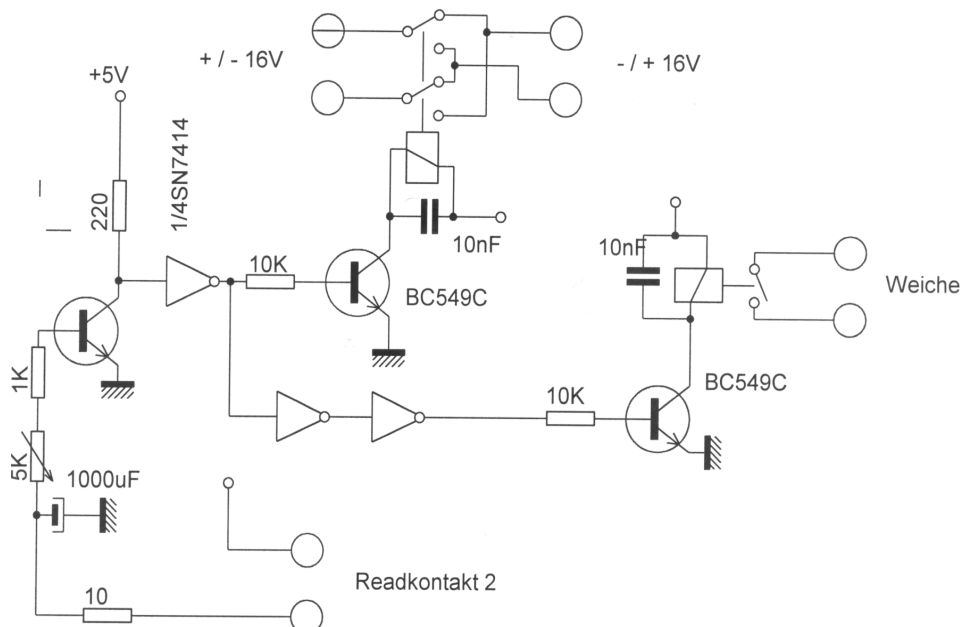


Abbildung 13: Schaltung zur Umpolung des Lokomotivstroms.

Anhang 2: Weitere Replikationen

Die in unserem Artikel beschriebenen Ergebnisse des Modelleisenbahn-Experiments am IPP-Köln wurden in der Zwischenzeit mehrfach bestätigt. Es zeigte sich bisher in allen Replikationen ein qualitativ übereinstimmendes Verhalten, nur die Stärke des beschriebenen Asymmetrieeffekts, als auch jene der Umpolungsvermeidung, ist von Anlage zu Anlage verschieden. Daraus folgt, dass der beobachtete Proportionalitätsfaktor zwischen der Effektstärke X und dem Kraftstoß auf die Lokomotive offensichtlich anlageabhängig ist – obwohl

wir beim Aufbau der verschiedenen Anlagen stets sorgfältig auf weitgehende Identität achteten.

Abbildung 14 zeigt das Resultat einer Replikation des Experiments am IPP-Genf vom 1. 5. bis 15. 6. 2001. Die Periodendauer betrug 10 Sekunden. Während der umpolungsfreie Lauf einen zu dem ersten Experiment in Köln praktisch identischen Asymmetrieeffekt zeigte, fiel das Umpolungsvermeidungsverhalten deutlich schwächer aus und ergab eine Abweichung vom Erwartungswert von nur $1,7 \sigma$.

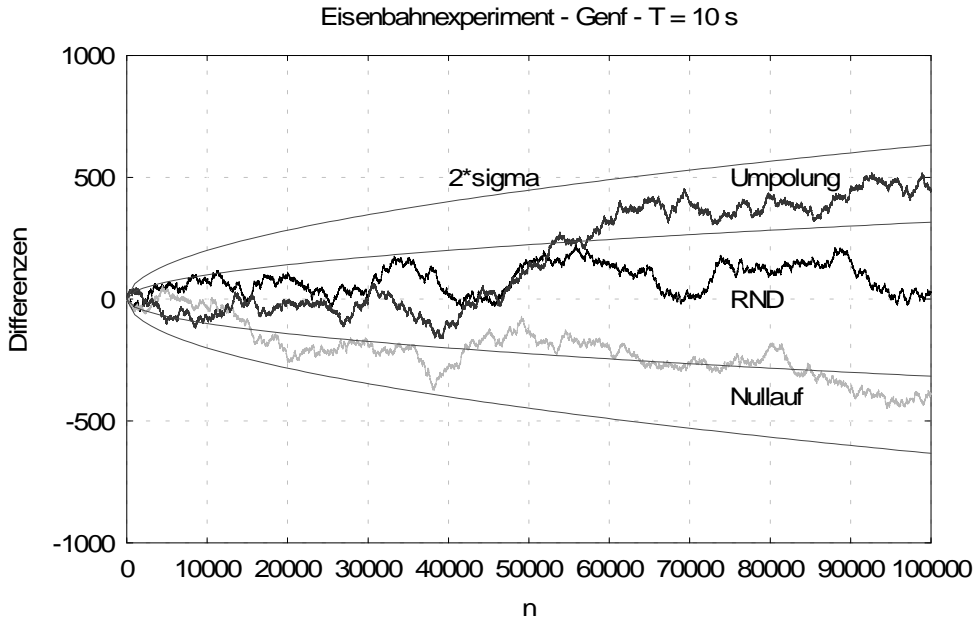


Abbildung 14: Replikation des Modelleisenbahn-Experiments am IPP-Genf.

Besonders interessant ist das Ergebnis eines Replikationsversuchs des Experiments am psychophysiologischen Labor des IGPP Freiburg, weil der gesamte Replikationsvorgang unabhängig von den Autoren des vorliegenden Aufsatzes stattfand. Der Versuch wurde vielmehr in seiner gesamten Länge von zwei Mitgliedern jener Abteilung des IGPP durchgeführt, nämlich von Dr. Jiri Wackermann und Dr. Frauke Schmitz-Gropengießer.

Abbildung 15 zeigt die am IGPP erzielten Ergebnisse: In dieser Replikation war der Asymmetrieeffekt schwächer ausgeprägt als bei den früheren Versuchen. Andererseits ergab sich während des Umpolungslaufes eine sehr starke Abweichung in Richtung der äußeren Strecke, das System zeigte also erneut ein ausgeprägtes Umpolungsvermeidungsverhalten. Bereits nach etwas über 60.000 Perioden wurde die 3σ Kurve überschritten. Leider wurde die Lokomotive nach 80.000 Perioden defekt, so dass die Ergebnisse nur bis zu diesem

Punkt vorliegen. Für eine detailliertere Beschreibung dieses Replikationsversuchs verweisen wir auf Hagel und Tschapke (2001).

Zur Zeit laufen intensive weitere Replikationsversuche in den Räumen der „Fondation Odier de Psycho-Physique“ in Genf, über deren Ausgang wir in einem späteren Aufsatz berichten werden.

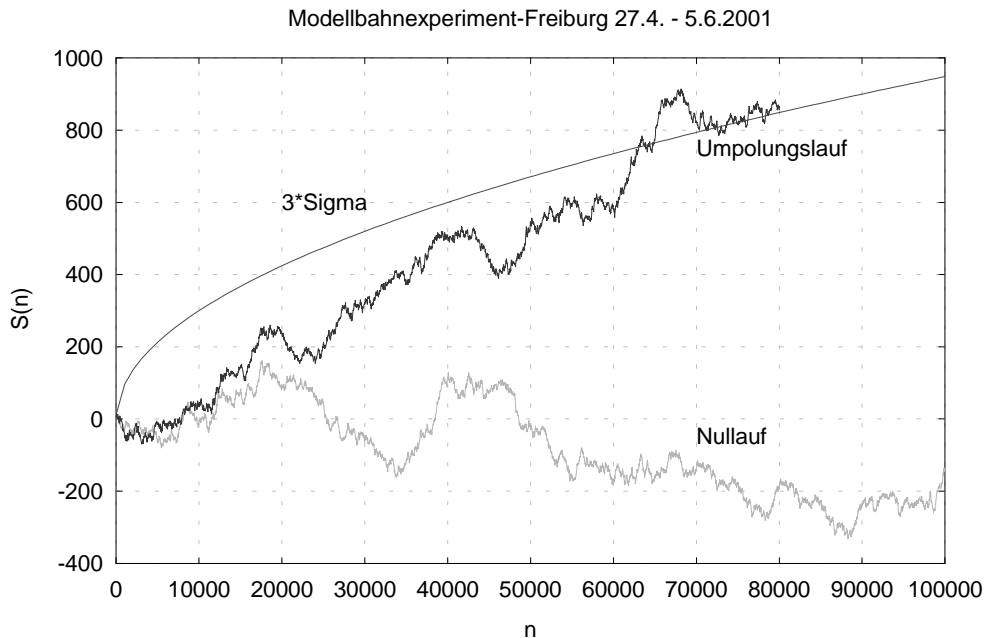


Abbildung 15: Ergebnisse der Replikation am IGPP Freiburg.

Korrespondenzanschriften:

Prof. Dr. Johannes Hagel
10, chemin Taverney
CH – 1218 Grand Saconnex /Genf
E-Mail: selma-marie@bluewin.ch

Margot Tschapke
Stütgerhofweg 6b
D – 50858 Köln
E-Mail: cephir@netcologne.de