

## Fortgesetzte Diskussionen zu früheren Beiträgen

Zur Diskussion um:

**Eckhard Etzold: Sind die Daten der Fourmilab-Experimente mit der Mondphase korreliert?**

*Zeitschrift für Anomalistik 2 (2002), 76-90.*

VOLKER GUIARD

### Bemerkungen zum Modell der Pragmatischen Information

Etzold schlägt in seinem Artikel vor, das Modell der Pragmatischen Information (MPI) zu testen, was von den meisten Kommentatoren des Artikels auch begrüßt wurde. Es war jedoch verwunderlich, dass außer in dem Kommentar von Schestag keine Angaben zur quantitativen Formulierung dieser Hypothese zu finden waren.

Um Möglichkeiten der Hypothesenformulierung zu erläutern, gehen wir von folgender Situation aus: Es seien  $x_i$  ( $i=1,2,\dots$ ) unabhängige und (der Einfachheit halber) normalverteilte Zufallsvariablen mit den Erwartungswerten  $\mu_i$  und der gleichen Varianz 1. Wir gehen davon aus, dass ohne psychokinetischen (PK) Effekt  $\mu_i = 0$  gilt, anderenfalls liegt ein PK-Effekt vor. Unter dieser Annahme  $\mu_i = 0$  ( $i=1,2,\dots$ ) ist die Größe

$$z_n = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

standardisiert normalverteilt, weswegen sie auch für Signifikanztests verwendet wird. Bei Lucadou (1995, S. 161) kann man „zwischen den Zeilen“ erahnen, dass er den Erwartungswert von  $z_n$  mit  $H(n)$  bezeichnet. Schestag interpretierte diese Lucadou'schen Zeilen aber derart, als ob mit  $H(n)$  der Erwartungswert der kumulativen Summe

$\sum_{i=1}^n x_i$  gemeint sei. Die gemäß Schestag interpretierte Funktion  $H(n)$  soll hier mit

$$H_S(n) = \sum_{i=1}^n \mu_i \quad (2)$$

bezeichnet werden und meine Interpretation mit

$$H_G(n) = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n \mu_i \quad (3)$$

Nun schreibt Lucadou: „dann folgt daraus ...“, dass

$$H(n) = \frac{\text{const}}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

gilt. Er verrät aber nicht, woraus dieses folgt. Oder sollte dieses nur eine empirische Erfahrung und keine Folgerung sein? Nun kann man sich diese abstrakten Beziehungen in (mindestens) zwei verschiedenen Szenarien realisiert vorstellen.

### Szenario 1

Wir betrachten die  $x_i$  als Ergebnisse einer Folge von Experimenten  $E_i$ , die jeweils in gleicher Weise, insbesondere mit dem gleichen Umfang durchgeführt werden. Nach der verbalen Formulierung der MPI-Hypothese ist zu erwarten, dass dann die PK-Effekte  $\mu_1, \mu_2, \dots$  allmählich kleiner werden. Mit der quantitativen Formulierung (4) ergibt sich aber ein ganz anderes Bild. Für das erste Experiment ( $n=1$ )

$$\text{gilt nach (3)} \quad H_G(n) = \mu_1 / \sqrt{1} \quad \text{und nach (4)} \quad H_G(1) = \text{const} / \sqrt{1}.$$

Damit muss also  $\text{const} = \mu_1$  gelten. Für  $n=2$  folgt analog

$$H_G(2) = \frac{\mu_1 + \mu_2}{\sqrt{2}} = \frac{\text{const}}{\sqrt{2}}.$$

Wegen  $\text{const} = \mu_1$  folgt  $\mu_2 = 0$ . Dieses kann man so für alle weiteren  $n$  fortsetzen.

Aus der quantitativen MPI-Hypothese (4) folgt also

$$\mu_i = \text{const} \quad \text{und} \quad \mu_i = 0 \quad \text{für} \quad i > 1. \quad (5)$$

Damit ist die MPI-Hypothese (4) gleichbedeutend mit der Aussage:

„Nur das erste Experiment  $E_1$  zeigt einen Effekt, alle weiteren sind ohne Effekt“.

Verwenden wir die Interpretation von Schestag, dann folgt aus (2) und (4)

$$\mu_1 = \text{const}$$

und für  $n > 1$

$$\mu_n = H_S(n) - H_S(n-1) = \text{const} \left( \frac{1}{\sqrt{n}} - \frac{1}{\sqrt{n-1}} \right) = \mu_1 \cdot f.$$

Da der Faktor  $f = \frac{1}{\sqrt{n}} - \frac{1}{\sqrt{n-1}}$  negativ ist, haben also alle  $\mu_n$  mit  $n > 1$  das entgegengesetzte Vorzeichen von  $\mu_1$ . Dieses ist vermutlich nicht mit der MPI-Hypothese gemeint, weswegen ich weiterhin nur die Funktion  $H_G(n)$  verwende.

Wendet man (4) auf  $H_G(n)$  an und multipliziert diese Gleichung mit  $\sqrt{n}$ , so erhält man  $\sqrt{n}H_G(n) = \mu_i = \text{const} = \mu_1$ . Die Funktion  $H_S(n)$  ist dann also eine Konstante.

*Szenario 1a*

Wir gehen von dem Szenario 1 aus und betrachten den so genannten Publication Bias. Ein Phänomen wird im allgemeinen erst dann näher untersucht, wenn es eine gewisse Auffälligkeit zeigte. Auch im Fall fehlender PK-Effekte können die  $x_i$  mitunter größere Zufallsschwankungen aufweisen. Ein Experiment  $E_1$  erregt Aufmerksamkeit, sofern sein Ergebnis  $x_1$  sehr groß ausfiel. Das in  $E_1$  betrachtete Phänomen wird dann anhand weiterer Experimente eingehender untersucht. Wir betrachten für die Folge  $(x_1, x_2, \dots)$  nun die bedingte Verteilung unter der Bedingung, dass  $x_1$  sehr groß ausfiel, da man nur in diesem Fall sich für diese Folge interessiert. Daher sehen wir weiterhin  $x_1$  als einen festen positiven Wert an, den wir hier mit  $\mu_1$  identifizieren. Liegt kein PK-Effekt vor, so sind alle weiteren Erwartungswerte  $\mu_i$  gleich Null, womit, wie im Szenario 1 gezeigt, für  $H_G(n)$  die Beziehung (4) gilt. Insofern handelt es sich hierbei eher um ein normales mathematisches Phänomen, sofern von einem Publication Bias ausgegangen werden kann. Mit MPI hat dieses nichts zu tun, da die Effekte  $\mu_i$  nicht langsam abklingen, sondern stets gleich Null sind.

*Szenario 2*

Wir betrachten eine Serie von Experimenten  $E_j$  ( $j=1,2,\dots$ ) mit jeweils  $n_j$  unabhängigen Einzelbeobachtungen  $x_{ij}$  ( $i=1,\dots,n_j$ ) mit Erwartungswert  $E(x_{ij}) = \mu_{ij}$  und Varianz 1. Für jedes Experiment wird nun der z-Wert

$$z_j = \frac{1}{\sqrt{n_j}} \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}$$

berechnet, welcher den Erwartungswert  $H_G(n_j) = \frac{1}{\sqrt{n_j}} \sum_{i=1}^{n_j} \mu_{ij}$  und die Varianz 1 hat.

Gemäß (4) folgt  $\sqrt{n_j} H_G(n_j) = \text{const}$ . Das heißt, dass in jedem Experiment die gleiche

erwartete Effektsomme  $\sum_{i=1}^n \mu_{ij}$  vorliegt, obwohl die Versuchsumfänge  $n_j$  verschieden sein

können. Wir gehen hier davon aus, dass die MPI-Hypothese über die Zwischensummen

$\sum_{i=1}^m x_{ij}$  ( $m = 1, \dots, n_j$ ) nichts aussagt, sondern nur jeweils über die Gesamtsumme. Damit

könnte z.B. der erste Effekt  $\mu_{ij}$  in jedem Experiment verschieden sein, ja die  $\mu_{ij}$  müssen sich sogar zwischen den einzelnen Experimenten  $E_j$  unterscheiden, sofern man die extreme Schlussfolgerung (5) vermeiden will. D.h. aber, dass bei größeren  $n_j$  die ersten Effektwerte bereits kleiner ausfallen müssen, damit die Gesamtsumme trotzdem konstant bleibt. Damit muss der die ersten  $x_{ij}$  hervorrufende Zufallsprozess bereits „wissen“, dass für das Experiment  $E_j$  insgesamt  $n_j$  Werte vorgesehen sind. Der Umfang  $n_j$  des Experiments  $E_j$  muss also vorher festgelegt worden sein, und dieses Wissen des Experimentators muss die Werte – via PK – beeinflussen.

Eine andere Möglichkeit, die Bedingung (4) zu erhalten, bestünde darin, den Umfang  $n_j$  eben nicht vorher festzulegen und das Experiment  $E_j$  dann zu beenden, wenn die Summe der  $x_{ij}$  etwa dem Wert *const* entspricht. Dieses Vorgehen ist aber in ernsthaften Experimenten nicht statthaft.

*Ein weiterer Interpretationsvorschlag*

Die obigen Ausführungen legen nahe, dass sowohl  $H_S(n)$  als auch  $H_G(n)$  keine zulässigen Deutungen der von Lucadou gemeinten Funktion  $H(n)$  sind. Um nun zu erraten, was mit  $H(n)$  gemeint sein könnte, schauen wir uns graphische Darstellungen der kumulativen Summen

$\sum_{i=1}^n x_i$  an, wie sie z.B. von Lucadou (1995, S. 73) und Hagel und Tschapke (2002, S. 15) gezeigt wurden. Mit ein wenig Fantasie könnte man durch den Vergleich mit den dort eingezeichneten Parabeln den Eindruck gewinnen, dass einige der Kurvenverläufe ebenfalls – in sehr grober Näherung – parabelförmig verlaufen, d.h.

$$\sum_{i=1}^n x_i \approx \text{const} \cdot \sqrt{n}$$

Dividiert man diese Beziehung durch  $n$ , so erhält man für den Mittelwert  $\bar{x}(n)$  der  $n$   $x_i$ -Werte die Beziehung  $\bar{x}(n) \approx \text{const} / \sqrt{n}$ . Sollte mit  $H(n)$  der Erwartungswert dieses Mittelwertes gemeint sein, so könnte eventuell die behauptete Beziehung (2) zutreffen.

Für den Erwartungswert  $S(n) = n \cdot H(n)$  der kumulativen Summen würde dann gelten

$$S(n) = \text{const} \cdot \sqrt{n}.$$

Für die einzelnen  $\mu_i$  folgt dann:

$$\mu_1 = \text{const}$$

$$\mu_n = S(n) - S(n-1) = \text{const}(\sqrt{n} - \sqrt{n-1})$$

$$= \text{const} \frac{(\sqrt{n} - \sqrt{n-1})(\sqrt{n} + \sqrt{n-1})}{\sqrt{n} + \sqrt{n-1}}$$

$$= \text{const} \cdot g(n)$$

mit

$$g(n) = \frac{1}{\sqrt{n} + \sqrt{n-1}}. \quad (6)$$

Mit der Annahme, dass  $H(n)$  dem Erwartungswert des Mittelwertes entspricht, erhält man also in etwa das, was man sich unter der MPI-Hypothese vorstellt. Um diese Hypothese zu testen, sollte man nicht kumulative Summen oder Mittelwerte verwenden, da diese voneinander abhängig sind. Günstiger ist es, die Ergebnisse  $x_i$  der Einzelexperimente direkt zu verwenden und eine Regressionsanalyse mit dem Modell

$$E(x_i) = \mu_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot g(i)$$

mit  $g(i)$  aus (6) durchzuführen, jedoch nur für  $i > 1$ , um nicht dem Effekt des Publication Bias im Sinne von Szenario 1a zu unterliegen. Trifft die MPI-Hypothese über das „Abklingen“ der  $\mu_i$  nicht zu, so müsste man für  $\beta_1$  ungefähr den Schätzwert 0 erhalten. Es bleibt dann nur noch  $\beta_0$ , d.h. entweder kein PK-Effekt ( $\beta_0 = 0$ ) oder ein konstanter PK-Effekt ( $\beta_0 \neq 0$ ). Sollte jedoch  $\beta_1$  signifikant von 0 abweichen, so wäre das ein Hinweis auf die eventuelle Gültigkeit der MPI-Hypothese. Dabei ist es nicht sehr wichtig, dass die  $\mu_i$  genau gemäß der Funktion  $g(i)$  abklingen; auch bei einem nur ähnlichen Abklingverlauf besteht die Chance, dass der Schätzwert  $\hat{\beta}_1$  signifikant von 0 abweicht.

Doch zuvor wäre es sehr wünschenswert, wenn Walter v. Lucadou uns in einem kurzen Kommentar verraten würde, was denn nun wirklich mit der Funktion  $H(n)$  gemeint war und innerhalb welchen Szenarios sie zu verstehen ist.

### Literatur

- Hagel, J.; Tschapke, M. (2002): Zum experimentellen Nachweis akausaler Korrelations-effekte in unbelebten Systemen. *Zeitschrift für Anomalistik* 2, 6-31.
- Lucadou., W.v. (1997): Psi-Phänomene. Neue Ergebnisse der Psychokineseforschung. Insel, Frankfurt/Main.

WALTER VON LUCADOU

### Wie verschwindet Psi? – Eine Erwiderung auf Volker Guirds „Bemerkungen zum Modell der Pragmatischen Information“

In seinen „Bemerkungen zum Modell der Pragmatischen Information“ diskutiert Guird die Frage, wie die Formel

$$H(n) \leq \frac{const}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

die ich in meinem Buch „Psi-Phänomene“ auf Seite 161 angegeben habe, zu verstehen sei. Er mutmaßt, dass es sich dabei lediglich um eine phänomenologische Beschreibung empirischer Erfahrung handeln könnte. Dies ist nicht der Fall. Ich habe diese Formel zum ersten Mal 1987 bei einer Tagung in Cambridge angegeben (vgl. Lucadou 1987), damals allerdings ohne Herleitung. Zu dieser Zeit lagen mir keinerlei Daten (z.B. aus Metaanalysen) vor, die es erlaubt hätten, diese Formel aus empirischen Daten abzuleiten. Die Begründung folgte damals direkt aus dem „Modell der Pragmatischen Information“ (MPI), wie ich weiter unten ausführen werde. Ich hielt die Herleitung aus dem damals Dargestellten für so trivial, dass

ich sie nicht in das Papier aufnehmen wollte. Ich habe dies allerdings dann nachgeholt. In der Publikation Lucadou (1995) findet sich die Herleitung in Fußnote 5 auf Seite 69. In meinem Buch (Lucadou 1997) habe ich sie dann aber weggelassen, mich aber – glaube ich jedenfalls – nicht so missverständlich ausgedrückt, dass man meinen könnte, es handle sich um eine empirische Aussage.

### *Aussagen des MPI*

Die grundlegenden Aussagen des MPI können bekanntlich in zwei „Hauptsätzen“ dargestellt werden (vgl. Lucadou 1997, S. 162):

*I. Hauptsatz der Parapsychologie:* Psi-Phänomene sind nichtlokale Korrelationen in psychophysikalischen Systemen, die durch die pragmatische Information, die das (organisatorisch geschlossene) System erzeugt, induziert werden.

*II. Hauptsatz der Parapsychologie:* Jeder Versuch, nichtlokale Korrelationen zur Signalübertragung zu verwenden, bringt diese zum Verschwinden oder ändert sie in unvorhersagbarer Weise.

Der erste Hauptsatz sagt im Wesentlichen aus, dass Psi-Phänomene nichtlokaler Natur sind und somit (in einem bestimmten Rahmen) raum-zeit-unabhängig sind. Der zweite Hauptsatz sorgt dafür, dass es dabei nicht zu Interventions-Paradoxien kommen kann (vgl. Lucadou 1988; Lucadou 2000). Dies bedeutet, dass Psi so beschaffen sein muss, dass keine zuverlässige Signalübertragung zustande kommen kann. Daraus folgt, dass jede in einem Psi-Experiment gemessene statistische Abweichung, die als Psi interpretiert werden kann, ein bestimmtes Ausmaß nicht überschreiten darf. Bei einer (nichtlokalen) Korrelation ist dies nie der Fall. Daher wird im ersten Hauptsatz gesagt, dass es sich bei Psi um nichtlokale Korrelationen handelt.

### *Was ist ein Signal?*

Der Unterschied zwischen einem Signal und einer Korrelation wird in Abbildung 1 verdeutlicht. Die Korrelation stellt lediglich die (mehr oder weniger starke) Übereinstimmung zweier Muster fest, ohne dass dabei ein kausaler Zusammenhang – im Sinne einer „causa efficiens“ – zwischen den beiden Mustern bestehen muss. Insbesondere erlaubt sie nicht, aus dem einen Muster das andere zu rekonstruieren.

Dagegen ist die Rekonstruktion eines Musters gerade die Aufgabe einer Signalübertragung. Sie kann in einem Sender-Kanal-Empfänger-Modell dargestellt werden. Der Sender sendet ein Muster über den Kanal an den Empfänger. Im allgemeinen kommt das Signal beim Empfänger aber verformt oder gestört (verrauscht) an. Um das ursprüngliche Muster wieder zu rekonstruieren, braucht der Empfänger zusätzliche Information. Diese Information wird als „Kontext-Information“ bezeichnet. Im einfachsten Falle (siehe Abbildung) besteht sie aus einem vorgegebenen Zeittakt und einem Kriterium K, ab welcher Amplitude beim Empfänger eine „Änderung“ akzeptiert werden muss, d.h. ein Signal festgestellt werden kann. Andere Möglichkeiten sind vorgegebene Zeichenrepertoire oder Redundanzen etc.

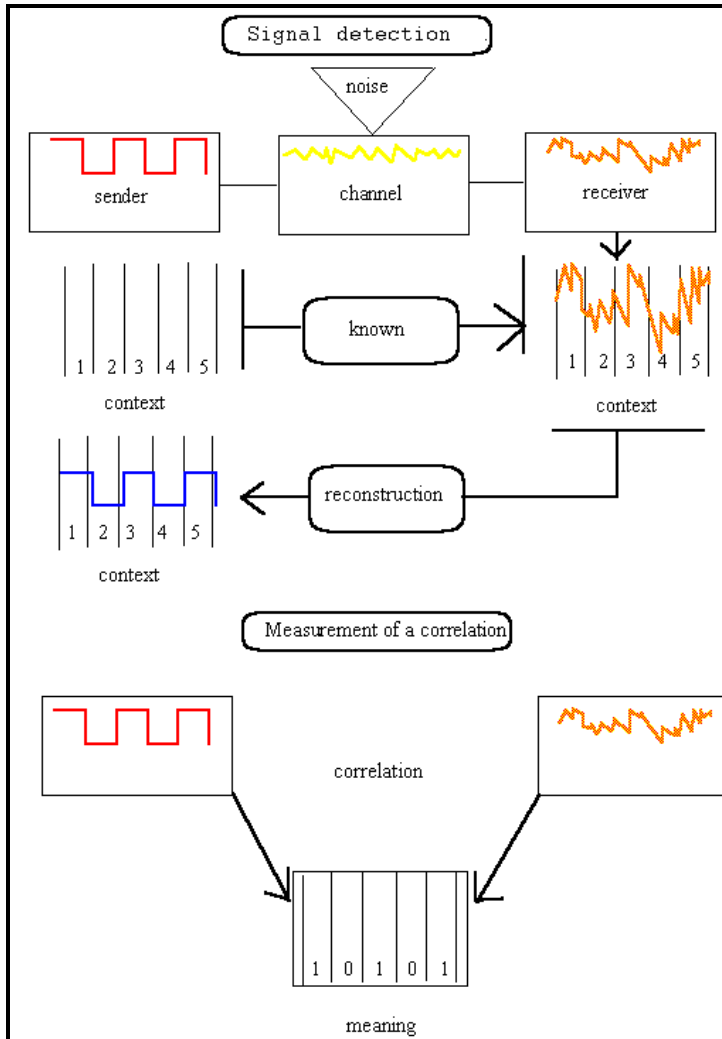


Abbildung 1: Signalübertragung und Korrelation.

In der Signalübertragungstheorie werden zur Erfüllung des Kriteriums K – ebenso wie bei Psi-Experimenten – statistische Tests verwendet.

Die Aussage des zweiten Hauptsatzes besteht nun darin, dass – egal welches Kriterium K auch verwendet wird – bei einem Psi-Experiment K niemals statistisch mit vorgegebener Sicherheit erreicht wird um dauerhaft ein Signal zu übertragen. Das heißt nicht, dass keine signifikanten statistischen Abweichungen auftreten können, sie reichen lediglich nicht aus

um die notwendige Kontext-Information zu liefern. Da mit zunehmender Länge eines Psi-Experiments bei der Annahme, dass es sich um ein Signal handeln würde, die Sicherheit zur Erreichung von  $K$  zunimmt, folgt daraus, dass eine wie auch immer gemessene statistische Abweichung immer unter dem durch  $K$  definierten Wert bleiben muss.

### *Wie vermeidet Psi Signale?*

Natürlich hängt damit die Abnahme eines „Psi-Effekts“ bei der statistischen Akkumulation von der verwendeten Methode ab. Dies ist nicht subjektivistisch, sondern operational gemeint. Jedes experimentelle Setting definiert somit einen anderen „Decline- oder Displacement-Effekt“ (siehe weiter unten). Es ist also noch nicht ausgemacht, wie Formel (1) bei den neueren Auswertemethoden (vgl. Atmanspacher und Scheingraber 2000; Pallikari und Boller 1999) aussehen wird. Für die gängigen Testverfahren in der Parapsychologie kann jedoch folgendes gesagt werden:

Das Kriterium, das verwendet wird um zu behaupten ein Psi-Experiment sei signifikant, ist im Allgemeinen eine Abweichung, die mindestens 2 Standardabweichungen groß ist ( $Z > 2$ ). Man kann daher auch sagen, dass der  $Z$ -Wert so etwas wie ein Maß für die pragmatische Information der Kontextinformation darstellt.

Wenn man nun annimmt, dass alle psychologischen und situativen Variablen (also auch das Setting) bei mehreren Psi-Experimenten konstant seien, dann stellt die jeweilige relative Trefferrate  $H(n)$  ein Maß für die Sicherheit dar, mit der man  $K$  erreichen kann. Die relative Trefferrate ist definiert als der Anteil von „echten Psi-Treffern“ pro Trial (somit eine Effektstärke des Psi-Effekts), also:

$$H(n) = \frac{h - e}{n} \quad (2)$$

wobei  $h$  die Anzahl der absoluten Treffer bei einem Run der Länge  $n$  darstellt und  $e$  den Erwartungswert  $e = p \cdot n$ . Nun gilt für  $Z$ :

$$Z = \frac{h - pn}{\sqrt{np(1 - p)}} \quad (3)$$

mit Trefferwahrscheinlichkeit  $p$ . Wenn wir nun annehmen, dass  $p$  konstant und  $Z$  immer unter einem bestimmten Grenzwert  $Z_K < Z(K)$  bleibt, der von dem verwendeten Kriterium  $K$  abhängt und somit konstant ist, folgt (1).

Die momentane Trefferrate  $H(n)$  wird also nach (1) abnehmen um zu verhindern, dass das Kriterium  $K$  während des Psi-Runs erreicht wird. Diese Situation kann man als „intra-experimentellen Decline-Effekt“ interpretieren.

Das gleiche gilt natürlich auch für die kumulative Trefferrate bei Versuchsserien. Jedes vorherige (erfolgreiche) Experiment ( $i-1$ ) liefert ein (verbessertes) Kriterium  $K_{(i)}$ , das beim  $i$ -ten Experiment als Kontextinformation verwendet werden könnte und deshalb nicht erreicht werden darf. Dies kann dadurch geschehen, dass erstens der Psi-Effekt unter diesem Kriterium  $K_{(i)}$  bleibt oder zweitens, dass er in einer anderen Variablen auftaucht, die noch nicht als Kriterium  $K$  operationalisiert ist. Im ersten Fall würde man von einem „inter-experimentellen Decline-Effekt“ sprechen, im zweiten Falle von einem „Displacement-Effekt“.



Die letzte von Radin und Nelson (2000) vorgelegte Metaanalyse scheint Formel (1) jedenfalls recht gut zu bestätigen. Wie die Formel im Detail bei ganz bestimmten Psi-Experimenten und Operationalisierungen aussieht, wird Gegenstand von weiterer Forschung und Modellannahmen sein. Ich sehe in den Vorschlägen von Guiard (vor allem Szenario 2) hoffnungsvolle Ansätze.

### Literatur

- Atmanspacher, H.; Scheingraber, H. (2000): Investigating Deviations from Dynamical Randomness with Scaling Indices. *Journal of Scientific Exploration* 14, 1-18.
- Lucadou, W.v. (1987): The Model of Pragmatic Information (MPI). In: Morris, R.L. (Ed.): The Parapsychological Association 30th Annual Convention, Proceedings of Presented Papers. Parapsychological Association, 236-254.
- Lucadou, W.v. (1988): Über die Unmöglichkeit über den eigenen Schatten zu springen. Zum Interventionsparadox in den Observational Theories. *Zeitschrift für Parapsychologie und Grenzgebiete der Psychologie* 30, 133-151.
- Lucadou, W.v. (1995): The Model of Pragmatic Information (MPI). *European Journal of Parapsychology* 11, 58-75.
- Lucadou, W.v. (1997): Psi-Phänomene. Neue Ergebnisse der Psychokinese-Forschung. Insel, Frankfurt/Main.
- Lucadou, W.v. (2000): Backward Causation and the Hausdorff-Dimension of Singular Events. In: Steinkamp, F. (Ed.): Proceedings of Presented Papers, The Parapsychological Association 43rd Annual Convention August 17-20, 2000, Freiburg i.Br., 138-147.
- Pallikari, F.; Boller, E. (1999): A Rescale Range Analysis of Random Events. *Journal of Scientific Exploration* 13, 25-40.
- Radin, D.I.; Nelson, R.D. (2000): Meta-analysis of mind-matter interaction experiments: 1959 to 2000. Unpublished Manuscript. Boundary Institute, Los Altos, California and Princeton Engineering Anomalies Research, Princeton University.

Zur Diskussion um:

**Johannes Hagel / Margot Tschapke:  
Zum experimentellen Nachweis akausaler Korrelationseffekte  
in unbelebten Systemen**

*Zeitschrift für Anomalistik 2 (2002), 6-75.*

GÜNTER EWALD

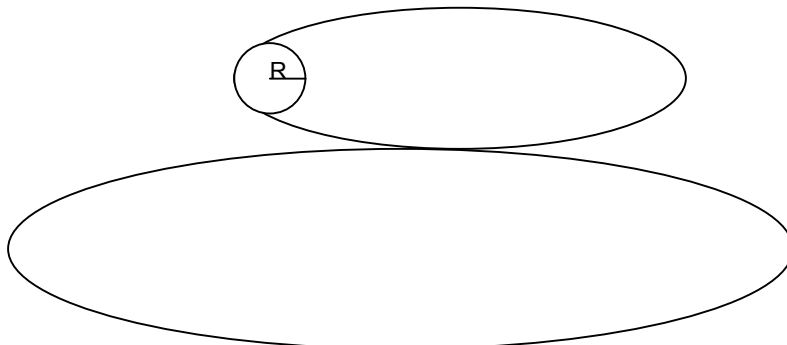
**Der destruktive Effekt als Kraftstoß**

Zu den von Hagel und Tschapke behandelten Effekten wäre es wünschenswert, die „destruktiven Einflüsse“ begrifflich schärfer zu fassen. Meines Erachtens legen die Autoren selbst eine Grundlage hierfür, indem Sie Kraftstöße ins Spiel bringen. Sie verwenden diese nur, um die Abweichungen zwischen innerer und äußerer Spur als zu gering für eine Beeinträchtigung ihrer Hypothese festzustellen. Wie wäre es aber, wenn sie den destruktiven Effekt der Umpolung selbst mit Hilfe von Kraftstößen beschrieben?

Denkt man sich die Modellbahn als punktförmiges System, dann durchläuft dieses bei der Umpolung gewissermaßen eine Kurve mit Krümmungsradius 0. Den zugehörigen Kraftstoß kann man als Integral über eine Diracfunktion beschreiben:

$$\int_t m \delta(t) dt$$

Es hat (mit Hilfe der Distributionstheorie präzise definiert) einen unbestimmten Wert, den man als endlich annehmen kann. Um ihn anzunähern, bietet sich folgende Möglichkeit an: Statt der Umpolung leitet man die Bahn in eine möglichst enge Schleife (Radius R) und lässt sie erst nach einer (variablen) Anzahl  $\mu$  von Umläufen wieder in ihre alte Spur zurück, wie in der folgenden Abbildung dargestellt:



Die Bahn unterliegt so einem Kraftstoß, den man angenähert wie folgt berechnen kann (Bezeichnungen analog übertragen):

$$\int_t \frac{(\mu v)^2 m}{R} dt = \mu v \frac{mL}{R}$$

Falls man für ein genügend großes  $\mu$  einen Effekt wie bei der Umpolung erzielt und dieser vielleicht sogar zu  $\mu$  proportional ist, hat man nicht nur eine alternative Darstellung der Hypothese von Hagel und Tschapke, sondern auch ein Argument gegen die Kritik, es könne sich um statistische oder technisch bedingte Störeffekte handeln. Denn diese dürften schwerlich von  $\mu$  abhängig sein.

LOTHAR KLEINE-HORST

### **Über mögliche zeitliche, intentionale und mental-kommunikative Bedingungen des Experimentatoreffekts**

In ihrer Stellungnahme zu den Kommentatoren haben Hagel und Tschapke den stets zu befürchtenden Beobachter- oder Experimentatoreffekt es als ein noch nicht bewältigtes Problem anerkannt. Sie sehen zwei Wege einer möglichen Wirkung des „Bewusstseins“ auf das Experiment: zum einen über die kontrollierte unmittelbare Sinneswahrnehmung der Anlage, zum anderen über das „unwägbare“, im Gedächtnis repräsentierte und hier jederzeit dem Bewusstsein in Form von Vorstellungen und Erinnerungen zugängliche „Wissen“ um das Experiment. Die Autoren nehmen nun an, (1) dass ein eventueller Beobachtereffekt auf eine erlebte (bewusste) visuelle Repräsentation der Anlage zurückzuführen ist, (2) dass eine direkte und „konzentrierte“ Beobachtung einen stärkeren Effekt als die nur vorstellungsmäßige Repräsentation ausübt, (3) dass der Effekt linear mit der Beobachtungszeit zunimmt, gemessen in Prozenten der gesamten Laufdauer. Die Autoren berichten, Experimente begonnen zu haben, in denen M. Tschapke als Experimentatorin und Versuchsperson die Aufgabe hat, während langer Anwesenheitszeiten (die früheren Experimente hatte sie stets nur kurzdauernd überwacht) „durch nun konzentrierte Beobachtung der Anlage ... dem vermuteten autonomen Effekt (nämlich Bevorzugung der äußeren Teilstrecke) entgegen zu wirken“. Durch Vergleich von Beobachtungs- bzw. Anwesenheitszeit und beobachteter Effektstärke lässt sich – den drei o.g. Hypothesen gemäß – eine Aussage über die Größe des Einflusses der Beobachtungszeit auf die Effektstärke machen. Ist dieser Einfluss groß, bedeutet dies einen deutlichen Beobachtereffekt, wodurch sich der behauptete autonome Effekt, der „akausale Korrelationseffekt in unbelebten Systemen“, als nicht-nachgewiesen entpuppen könnte. Die Autoren versichern nun: „Die bisherigen Ergebnisse dieses noch laufenden Versuchs besagen (in Übereinstimmung mit den verblindeten Experimenten), dass der Einfluss des Experimentators auch bei einer Anwesenheitszeit im Prozentbereich der gesamten Laufdauer vernachlässigbar ist.“

Doch muss ich jetzt schon Bedenken anmelden. Stichhaltige Belege für meine Einwände kann ich nicht vorlegen: meine Bedenken resultieren lediglich aus meinen (jahrelangen) Erfahrungen mit ASW- und nicht einmal mit PK-Experimenten. Was ich anführen werde, sind auch nicht reguläre Ergebnisse meiner ASW-Experimente, sondern Zufallsbeobachtungen. Die aber scheinen geeignet, die hypothetische Grundlage der Interpretation der neuen experimentellen PK-Ergebnisse von Hagel und Tschapke in Frage zu stellen, wenn man Ähnlichkeiten in den Ermöglichungsgrundlagen von ASW und PK annimmt. Im übrigen berufe ich mich auf eine Empfehlung von Truzzi (1999), man solle nicht „schwache Belege (wie z.B. anekdotische oder subjektive Erfahrungsberichte) als völlig unbrauchbar ... verwerfen, wie dies viele Wissenschaftler all zu oft tun.“

Eine meiner Zufallsbeobachtungen war folgende: Es kamen eine zeitlang wöchentlich einige mir unbekannte Personen zu mir, denen ich per Zeitungsanzeige einen „kostenlosen Hellsehtest“ zugesagt hatte. Ich pflegte ihnen nacheinander in verschlossenen und nicht-durchscheinenden Couverts mehrere Zielfiguren vorzulegen, die sie mit geschlossenen Augen sehen und mit offenen Augen zeichnen sollten, und dies mehrmals hintereinander, so dass von demselben Zielobjekt mehrere unterschiedliche „Hellsehbildchen“ mit gewissen Teilähnlichkeiten zum Objekt gezeichnet wurden. Zu einer der Sitzungen erschien ein Teilnehmer verspätet, und ich wollte ihm gerade die gleiche Zielfigur A geben, die die anderen bereits erhalten hatten. Aber ich entschloss mich spontan, ihm eine andere Figur zu geben. Was sah und zeichnete er? Die Figur A, die ich ihm anfangs für kurze Zeit „zugedacht“ hatte, nicht aber die Figur C, die mir in den nächsten 6-8 Minuten als seine individuelle Zielfigur „bewusst“ war.

In einem anderen Fall hatte ich ausnahmsweise einen Telepathieversuch zwischen die Versuche von „Allgemeiner ASW“ geschoben. Eine Teilnehmerin saß hinter einem Paravent, hatte offen vor sich vier Zielfiguren liegen, die von den anderen aber nicht einzusehen waren, und sollte eine von ihnen auswählen, diese und nur diese dann die ganze Versuchszeit konzentriert ansehen, um sie auf diese Weise den übrigen Gruppenmitgliedern zu „senden“. (Dass dies klappen würde, hatte ich vorher selbst ein paar Mal ausprobiert.) Nachdem die „Rezipienten“ 6-8 Minuten lang ihre Bildchen gezeichnet hatten, ließ ich die „Agentin“ angeben, auf welche Zielfigur sie sich konzentriert habe. Sie nannte mir Figur E, aber die Empfänger hatten – zu meiner Überraschung – eine ganz andere gesehen und gezeichnet, nämlich B. Ich fragte die Versuchsperson, wie sie sich das erklären könne. Sie sagte: „Ja, eigentlich wollte ich ... B nehmen, habe mich dann aber für ... E entschieden und habe dann die ganze Zeit wirklich nur diese Figur angeschaut!“

Das Gemeinsame an beiden mich selbst überraschenden Zufallsbefunden besteht (1) darin, dass die lange Zeitdauer, während der der Experimentator/Beobachter eine bestimmte Figur beobachtet hat (und ihrer als der Zielfigur bewusst war), offenbar keine Rolle gespielt hat, um diese Figur außersinnlich wahrzunehmen, und (2) dass nicht die zweite Vornahme (Willens-Entscheidung) des Experimentators, eine bestimmte Figur als ASW-Zielfigur zu wählen, sondern nur seine erste Wahl die Zielfigur bestimmt hat.

Aus (1) und (2) lassen sich weitere Hypothesen ableiten, nämlich (3), dass es überhaupt nicht die Wahrnehmung/Beobachtung selbst ist, die den Experimentator- oder „Beobachter“-Effekt auslöst, sondern vielmehr das „Zudenken“ einer bestimmten Aufgabe, die Vornahme, die Intention, der Willensentscheid zu einer bestimmten Handlung (oder der mit ihm

verknüpfte Wunsch nach einem bestimmten Handlungseffekt), (4) dass die „Konzentration“, die bekanntermaßen bei ASW und PK eine gewisse Rolle spielt, nur dann von Bedeutung ist, wenn sie sich als Konzentration, Stärke, Intensität von Intention, Wunsch, Wille, Vornahme usw. präsentiert.

Gewiss, diese Hypothesen wurden aus ASW-Versuchen gewonnen. Aber wenn man annimmt, dass die Ermöglichungsgrundlagen für ASW und PK die gleichen, zumindest einander ähnliche sind, dann stellen diese Hypothesen zumindest Alternativen zu den o.g. drei Hypothesen von Hagel und Tschapke dar, mit denen die Autoren die Ergebnisse ihrer PK-Versuche über den „vernachlässigbaren“ Einfluss der Beobachtungszeit auf den Experimentatoreffekt zu erklären versuchen. Denn auch aus den vier Alternativhypothesen lässt sich ein eventueller Beobachtereffekt als „vernachlässigbar“ ableiten; vernachlässigbar aber nicht deswegen, weil er nicht-nachweisbar ist (obwohl er voraussetzungsgemäß von der Beobachtungszeit abhängig ist, er also nachweisbar sein müsste, wenn es ihn gäbe), sondern weil er von der Beobachtungszeit unabhängig ist, ja möglicherweise mit der Beobachtung selbst gar nichts zu tun hat. Ein Experimentatoreffekt mag bei diesem experimentellen Ergebnis dennoch groß sein, insofern er in voller Stärke bereits am Anfang der Experimente entstanden ist, also nicht durch die Beobachtung während der Versuche, sondern bereits vorher durch die Vornahme des Experimentators, diese Versuche überhaupt durchzuführen, im Einzelfall eventuell nur dadurch, dass einer Versuchsperson eine bestimmte Aufgabe „zuge-dacht“ wird (vielleicht sogar mit dem Ziel, mit ihr etwas Bestimmtes „nachzuweisen“).

So muss man wegen der genannten Alternativhypothesen das Ergebnis der neuen Experimente von Hagel und Tschapke schon jetzt vor ihrer vollen Veröffentlichung als irrelevant beurteilen (zusätzlich auch noch, weil die Autoren ihren eigenen Experimentatoreffekt einsetzen, um nachzuweisen, dass es eben diesen ihren Experimentatoreffekt gar nicht gibt). Man mag Margot Tschapke ja glauben, dass sie sehr viel Zeit darauf verwendet hat, die Anlage konzentriert zu „beobachten“ (was das auch heißen mag), man mag ihr auch glauben, dabei der Eisenbahnlokomotive bewusst zugerufen zu haben: „Fahr auf der inneren Strecke!“. Doch bliebe immer noch denkbar (und menschlich verständlich), dass sie, die so gern den autonomen Effekt in ihren Experimenten nachweisen möchte, der Lokomotive auch unausgesprochen ihren – bereits vor Beginn der neuen Versuche entstandenen – Wunsch übermittelt hat: „Hoffentlich tust du es nicht!“.

Um einen Experimentatoreffekt auszuschließen bleibt wahrscheinlich nichts anderes übrig, als den Experimentator selbst auszuschließen, der einen solchen, die Ergebnisse verfälschenden Effekt ausüben könnte. Ihn (oder die Experimente) zu „verblenden“, d.h. ihn daran zu hindern, die Anlage mit Hilfe seiner Sinnesorgane wahrzunehmen, dürfte nach o.g. Überlegungen nicht ausreichend sein. Überhaupt dürfte die Vorstellung, eine „Beobachtung“ in diesem üblichen Sinne wäre eine *conditio sine qua non* für einen Experimentatoreffekt, sehr fragwürdig sein. Vielleicht sollte man sogar die Bezeichnung „Beobachtereffekt“ fallen lassen, weil diese (zusammen mit dem Ausdruck „observational“ in „Observational Theories“) die theoretische Vorannahme suggeriert, die sinnliche Beobachtung des Experiments sei die eigentlich relevante Bedingung für einen (erwünschten oder unerwünschten) Experimentatoreffekt. Statt „Beobachtereffekt“ sollte man lieber die neutralere Bezeichnung „Experimentatoreffekt“ verwenden.

Da eine völlige Ausschaltung des Experimentators im Prinzip gar nicht möglich ist, sollte man zumindest seinen Einfluss bis auf eine wirklich vernachlässigbare Größe vermindern. Das kann man wahrscheinlich nur dadurch erreichen, dass man zwischen ihm und den Experimenten eine oder gar mehrere andere Personen einschaltet, die über die Experimente nur wenig oder gar nichts wissen und auch keine oder doch „vernachlässigbare“ persönliche (emotionale oder wissensbasierte) Beziehung zum Experimentator unterhalten. Im Falle mehrerer solcher „Zwischenexperimentatoren“ wäre ihre hierarchische Über/Unterordnung von „Bedeutung“, wie sie v. Lucadou (1995, S. 109) als von Houtkooper vorgeschlagen angibt (sie nebeneinander zu ordnen, würde nichts nützen). Die Autoren haben in ihren neuen Experimenten nicht einmal eine einzige Person als unwissende Versuchsperson zwischen Experimentatorin und Experimente geschaltet.

Aber selbst von einem Doppelblindversuch sollte man sich nicht die endgültige Lösung des Experimentator-Problems erhoffen. Das scheint nach v. Lucadou (1995, S. 187) zumindest für PK schon theoretisch aus seinem MPI hervorzugehen. Ich kann diesen Zweifel an der Allmacht der Doppelblindbedingung meinerseits für die ASW bestätigen: In Präkognitionsversuchen konnte ich meinen eigenen Experimentatoreffekt noch nicht völlig ausschalten. Wildfremde Menschen, die mich nicht kennen, und die ich nicht kenne, haben aus meinem Kopf irgendeine der bei meinen Versuchen vorgesehenen sechs potenziellen Zielfiguren telepathisch „abgezapft“, statt die eine bestimmte Zielfigur zu sehen und zu zeichnen, die präkognitiv zu erfassen war (und die selbstverständlich auch mir selbst erst nach ihrer Zufallsauswahl bekannt wurde). Offenbar konnten diese Versuchspersonen über die mit mir befreundete Versuchsleiterin (die aber meine potenziellen Zielfiguren nicht kennt), die zwischen mich als Versuchsplaner und Bildauswerter einerseits und die völlig „naiven“ Versuchspersonen andererseits eingeschaltet war, mit meinem „Geist“ mental kommunizieren. Das war besonders denen gut möglich, die ihrerseits eine persönliche Beziehung zu der Versuchsleiterin besaßen (wie ihre Mutter und eine Freundin). In anderen Fällen allerdings konnte bereits diese „doppelte Blindheit“ den Experimentatoreffekt verhindern, indem überzufällig die Zielfigur präkognitiv erfasst wurde. Systematische Präkognitionsversuche in größerem Umfang wurden jedoch von mir noch nicht angestellt. Vielleicht können diese Hinweise auf mögliche zeitliche, intentionale und mental-kommunikative Bedingungen des Experimentatoreffekts dennoch den einen oder anderen Leser zu entsprechenden eigenen Forschungen, zumindest zu differenzierterer Berücksichtigung des Experimentatoreffekts bei ihren eigenen Untersuchungen, anregen. Schließlich: was wissen wir denn schon über ASW, über PK, über Bewusstsein? Eigentlich doch so gut wie nichts.

### Literatur

Lucadou, W. v. (1995): *Psyche und Chaos*. Insel, Frankfurt/Main.

Truzzi, M. (1999): Was ist Anomalistik? *Forum Perspektiven* Nr. 4/1999, 3-6.

JOHANNES HAGEL, MARGOT TSCHAPKE

## Neue Experimentalergebnisse zur Quantifizierung des Beobachtereffekts

Der Diskussionsbeitrag von Kleine-Horst enthält Berichte über interessante Beobachtungen in ASW-Experimenten, die geeignet sind, die von uns angenommenen Hypothesen zur Geartetheit der mentalen Beeinflussung des Eisenbahnexperiments durch einen bewussten Beobachter zumindest als diskussionswürdig erscheinen zu lassen. Zwar entbehren die angeführten Argumente schon aufgrund der Wahrheit der letzten Aussage des Autors („Schließlich: was wissen wir denn schon über ASW, über PK, über Bewusstsein? Eigentlich doch so gut wie nichts“) an wissenschaftlicher Beweiskraft, aber dies gilt aus dem selben Grunde auch für die Annahmen (1)-(3) über das Verhalten unserer experimentellen Anordnungen, die wir zur Stützung unserer eigenen Hypothesen verwendeten. Was können wir also noch an Argumenten anführen, die für eben jene Annahmen sprechen? Behandeln wir die fraglichen Punkte der Reihe nach.

Die erste Annahme lautet: *Ein eventueller Beobachtereffekt ist auf eine bewusste Repräsentation der Anlage zurückzuführen.* Hier müssen wir präzisieren und die Aussage etwas genauer fassen. Zu diesem Zweck rufen wir uns nochmals in Erinnerung, wie das Experiment angeordnet ist. Eine Lokomotive fährt entlang der Gleisstrecke mit eingebauter elektrischer Weiche, deren Stellung vom Pseudozufallsgenerator der Steuersoftware bestimmt wird. Dies geschieht in jeder gefahrenen Runde (bei insgesamt 10 x 10000 Runden) nur einmal und zwar in einem verglichen mit der Umlaufzeit (11 s) sehr kurzen Zeitintervall von etwa 0,01 Sekunden. Nämlich genau dann, wenn der an der Unterseite der Lokomotive angebrachte Magnet ein in den Gleiskörper integriertes Relais schließt. Ein Beobachter, der diese Umstände kennt, wird also keineswegs den gesamten visuellen Eindruck der Anlage in seinem aktiven Bewusstsein repräsentieren, sondern vielmehr das, worauf es ankommt. Und dies ist eben in jeder Runde genau dieses kurze Zeitintervall, in dem die Lokomotive den ununterbrochen laufenden Pseudozufallszahlengenerator abfragt und damit ihr „Schicksal“ für eben diese eine gesamte Runde in eindeutiger Weise festlegt. Der Beobachter wird also nicht – wie wahrscheinlich in ASW-Experimenten – eine komplexe zusammengesetzte Information aus visuellen, akustischen und auch anderen Sinneseindrücken auf das System projizieren, sondern er wird nur einzelne binäre Informationseinheiten übermitteln. Man sollte also die Annahme (1) besser formulieren, etwa in der Form: *Ein eventueller Beobachtereffekt ist auf das bewusste Erfassen der experimentellen Bedingung zurückzuführen, dass im Laufe eines periodischen Vorgangs während jeder Periode eine binäre Entscheidung getroffen wird, die die Evolution des Experiments beeinflusst.*

Nun handelt es sich beim Beobachtereffekt nach unserem Verständnis um zwar an sich ungewollte, aber dennoch „normale“ Mikro-PK im Sinne einer korrelativen Bewusstsein-Materie-Interaktionsanomalie, die sich dem vermuteten autonomen Effekt überlagert. Und wir denken, dass das Konzept einer Bewusstsein-Materie-Interaktion (wie das jeder Interaktion zweier Prinzipien) auf jeden Fall mit einschließt, dass der Kopplungseffekt zwischen den zwei Prinzipien verschwindet, wenn eine der beiden Komponenten dies tut: Im aktuellen Fall sind das eben das Bewusstsein bzw. das materielle System, mit dem interagiert wird. Um dies zu verdeutlichen möge man sich nur vorstellen, PK-Experimente mit be-

wusstlosen (nicht etwa nur schlafenden) Versuchspersonen zu unternehmen! In diesem Sinne halten wir die Annahme (1) in ihrer noch präzisierten Form für zutreffend.

Nun zur zweiten Annahme: *Eine direkte und „konzentrierte“ Beobachtung übt einen stärkeren Effekt aus als die nur vorstellungsmäßige Repräsentation des Experiments.* Diese Aussage mag für ASW-Experimente der beschriebenen Art nicht so deutlich zutreffend sein, da es dort um mehr oder weniger zeitunabhängige Übermittlung visueller Inhalte geht. Im Fall des Eisenbahnexperiments denken wir jedoch, dass der direkten Beobachtung eine wesentlich größere Bedeutung gegenüber dem allgemeinen Wunsch zukommt, das Experiment möge einen bestimmten Ausgang nehmen. Um diese Meinung zu untermauern, benutzen wir folgende Argumentationskette:

(a) Die „normale“ PK-Interaktionsanomalie ist ein Prozess zwischen einem Bewusstseinszustand und einem materiellen System. (b) Die direkte, intensive Beobachtung einer Situation ist ein bewusster Vorgang. (c) Das Phänomen des Bewusstseins steht zumindest teilweise mit physiologischen Vorgängen im Gehirn in Beziehung. Aus (c) folgt: (d) Die Beobachtung eines periodischen Systems, das seine Periode in einer für die menschliche Sinneswahrnehmung erfassbaren Form manifestiert, moduliert die dem Bewusstsein zugrunde liegenden physiologischen Prozesse in seiner Eigenfrequenz. Aus (c) und (d) folgt: (e) Der aktive Bewusstseinszustand des Beobachters und somit – nach (a) – seine eventuelle PK-Wirkung auf das beobachtete periodische System ist ebenfalls zeitabhängig und enthält eine wesentliche Komponente, die mit der Frequenz des periodischen Systems (in unserem Fall der Eisenbahnanlage) oszilliert.

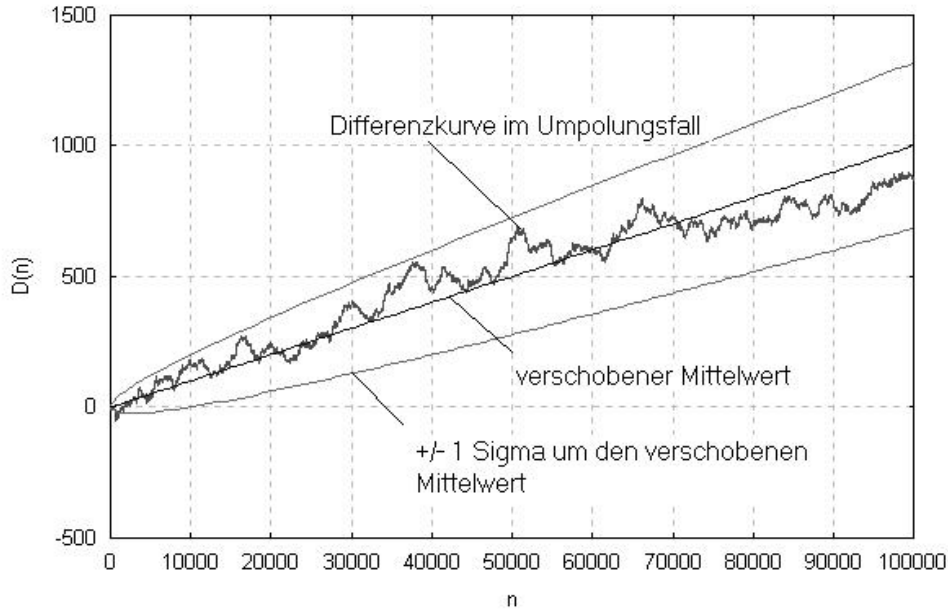
Diese Feststellungen entsprechen der Beschreibung einer resonanten Ankoppelung des Beobachters an das zu beobachtende periodische System, die in einer Richtung über die normale (visuelle) Sinneswahrnehmung, in der anderen Richtung hingegen durch den PK-Effekt vermittelt wird. Ein solches Gesamtsystem tendiert (ungeachtet der agierenden Mechanismen) zu positiven Rückkopplungseffekten, die einen Selbstverstärkungseffekt auslösen. Diesem wirken nur die immer auch vorhandenen dissipativen (bremsenden) Effekte entgegen. Um diesen Vorgang qualitativ zu beschreiben, ist es nicht wichtig, die genaue Natur der „Beobachter-PK“ zu verstehen. Es genügt anzunehmen, dass diese als ein Korrelationseffekt zwischen dem Bewusstseinszustand des Beobachters und einem materiellen System zu verstehen sei.

Dieser resonante Mechanismus mit seiner ihm eigenen Fähigkeit zur Selbstverstärkung tritt in ASW-Experimenten der beschriebenen Art wahrscheinlich nicht auf, da nur statische (zeitlich nicht veränderliche) visuelle Information übertragen wird. Er tritt allerdings auch dann nicht auf, wenn das Experiment ohne direkte Beobachtung vom Experimentator nur imaginiert wird, auch wenn dies bewusst geschieht. Selbst wenn der imaginierende Mensch sein aus dem Gedächtnis hervorgeholtes Bild des Experiments quasi als bewegte Animation vor seinem geistigen Auge realisiert, also bei sich wieder einen zeitlich periodisch veränderlichen Bewusstseinszustand erzeugt, so kann er aus offensichtlichen Gründen keine Phasenstabilität mit dem nicht gesehenen Experiment erreichen. Damit entfällt auch die Resonanzkopplung, die Selbstverstärkung des Effekts ist nicht möglich.

Die dritte Aussage: *Der Effekt nimmt linear mit der Beobachtungszeit zu.* Um den Sachverhalt besser darzustellen, zeichnen wir in die Darstellung der ersten Resultate betreffend den Um-



polungslauf in unserem ersten Modellbahnexperiment den auf die Ergebniskurve bezogenen Mittelwert als ansteigende Linie ein:



Dass diese Modellannahme eines linear mit der Anzahl der Perioden (und somit der Zeit) ansteigenden Mittelwerts der Abweichung des Resultats vom Erwartungswert 0 eine sehr gute Beschreibung der experimentellen Resultate ergibt, sieht man daraus, dass die aktuellen Werte der Abweichung sich in statistisch zu erwartender Weise innerhalb der um denselben Betrag verschobenen Kurven für die einfache Standardabweichung anordnen. Wir können das Resultat auch dahingehend interpretieren, dass der in dem Modellbahnsystem wirkende Prozess eine *Verschiebung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Zufallsvariablen* gegenüber der ungestörten Wahrscheinlichkeit (in diesem Fall von  $\frac{1}{2}$ ) erzeugt. Unter der (störungstheoretischen) Annahme, dass bei einer kleinen Wahrscheinlichkeitsverschiebung der binomiale Charakter der Zufallsverteilung im Wesentlichen erhalten bleibt, können wir die Wahrscheinlichkeitsverschiebung sogar berechnen; und zwar aus dem Anstieg der Mittelwertsgeraden in der oben dargestellten Graphik. Die Verschiebung  $\Delta p$  ergibt sich zu:

$$\Delta p \cdot N = D(N) / 2 \rightarrow \Delta p = D(N) / (2 \cdot N) = 1000 / (2 \times 100\,000) = 0,005$$

Wir wollen ausdrücklich darauf hinweisen, dass diese einfache Ableitung nur kleine Effekte richtig beschreibt, da nur in diesem Fall das angeführte störungstheoretische Argument gültig ist. Auch haben wir in späteren Modifikationen des Eisenbahnexperiments stärkere Effekte beobachten können, die dieses lineare Verhalten nicht mehr so deutlich zeigten. Darüber wird in späteren Abhandlungen noch zu sprechen sein.

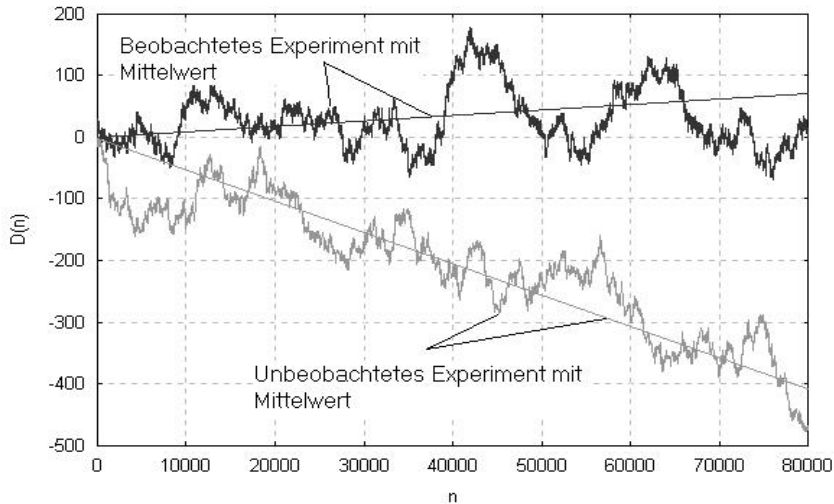
*Das LTOE (Long Term Observation Experiment)*

Dieses in unserem Artikel (S. 71 f.) beschriebene Experiment zur versuchsweisen Messung des typischen Beobachtereffekts aufgrund *direkter Beobachtung* des Experiments ist inzwischen abgeschlossen. Es umfasste die direkte Beobachtung des im Leerlauf fahrenden Eisenbahnexperiments der im Artikel beschriebenen Art durch M. Tschapke während insgesamt 80000 Umläufen. Zuvor produzierte exakt dieselbe Anlage die dort dargestellten ersten Resultate. Wie ebenfalls in unserem Artikel beschrieben beobachteten wir im Leerlauf (also im Experiment ohne Umpolungen) keine genaue Gleichverteilung der gefahrenen Teilstrecken, sondern eine schwache Bevorzugung ( $-1.5\sigma$ ) der (äußeren) Teilstrecke, also jener mit geringerem mittleren Krümmungsradius. Ein Erklärungsansatz dafür wurde von M. Odier und J. M. Hagel vorgeschlagen und kann ebenfalls in unserem Artikel nachgelesen werden. Die Aufgabe der Beobachterin war es nun, diesem Effekt möglichst stark entgegenzuwirken, d.h. sich während der Beobachtung möglichst stark darauf zu konzentrieren, dass die Lokomotive die innere Teilstrecke bevorzugt. Wir haben dabei nicht festgelegt, auf welche Art die Beobachtung erfolgen sollte. Dies sollte sich im Laufe des Experiments vielmehr von selbst einstellen. Die folgende Abbildung zeigt die Versuchsanordnung in einem der Laborräume des IPP. Das Experiment befindet sich auf einem Holzbrett und besteht aus der Bahnstrecke mit Weiche, der Stromversorgung, den elektronischen Steuerungsgeräten sowie dem Bildschirm und der Tastatur des PC. Dieser selbst ist unter dem Versuchstisch aufgestellt.



Die Beobachtungszeiten erfolgten in einzelnen Blocks von durchschnittlich 500 Perioden und nahmen jeweils etwa 90 Minuten in Anspruch. Jeweils nach insgesamt 10000 gefahrenen Runden der Lokomotive wurden die Ergebnisse wie im experimentellen Lauf zu einem Block zusammengefasst, so dass nach Abschluss des Experiments 8 solcher Blocks entstan-

den waren. Die zusammengefassten Ergebnisse des LTOE sind in der folgenden Graphik dargestellt:



Der Unterschied zwischen dem nur zu etwa 1,5 % der Gesamtzeit beobachteten Experiment und dem zu 100 % der Laufzeit intensiv beobachteten Experiment ist deutlich zu sehen. Tatsächlich gelang es, den Effekt, der im nahezu unbeobachteten Experiment gemessen werden konnte, vollständig zu eliminieren. In diesem Fall bedeutet dies eine Verschiebung des Mittelwertes zwischen beiden Fällen um  $1,5 \sigma$ .

Um es nochmals deutlich festzustellen: Wir hatten nicht etwa die Absicht, zu beweisen, dass es den Beobachtereffekt als solchen nicht gibt. Von Anbeginn unserer Arbeiten rechneten wir stets mit dieser Gegebenheit. Einziger Zweck des LTOE war es, den Beobachtereffekt für genau die das Experiment betreuende Experimentatorin zu objektivieren, also zu messen. Das Ergebnis ist, dass der Beobachtereffekt, den die Experimentatorin M. Tschapke auf das System ausübt, bei durchgehender Beobachtung einer Verschiebung des Mittelwerts des gemessenen Resultats von  $1,5 \sigma / 80000$  Perioden des Experiments entspricht. Unter Annahme des oben behandelten Linearitätsverhaltens schwacher PK-Wirkungen berechneten wir daraufhin den während des zu nur 1,5 % der Laufzeit direkt beobachteten Experiments ausgeübten Beobachtereffekt zu:

$$B = 0,015 \times 1,5 \sigma / 80000 = 0,0225 / 80000 \sigma / \text{Periode.}$$

Dies entspricht einer Unsicherheit des Resultats von  $\pm 5$  bezogen auf den gemessenen Mittelwert von  $-400$  zu Ende des Experiments. Mit anderen Worten: Der Effekt der direkten Beobachtung erzeugte in diesem Experiment eine Unsicherheit des Gesamtergebnisses von 1,25 %.