

Die Absurdität des Zwillingsparadoxons – und der Theorie, die dahinter steht¹

von
Egbert Scheunemann

Στάυρος (Stávros), ein Mönch aus einem kleinen Kloster auf Kreta, geht jeden Donnerstag pünktlich um sechs Uhr morgens los, um eine kleine Kapelle auf einem Berg zu besuchen und dort nach dem Rechten zu sehen. Auf seinem Weg geht er mal schneller und mal langsamer, mal macht er hier ein Päuschen, mal an einer anderen Stelle. Wie er gerade Lust hat. Er läuft aber immer genau so, dass er Punkt sechs Uhr abends an seinem Ziel ist. An der Kapelle angekommen, genießt er erst mal den wunderbaren Blick über die Insel und das Meer. Es dauert ein, zwei Stunden, bis er alles erledigt hat, was in der kleinen Kapelle zu erledigen ist. Müde und erschöpft legt er sich gleich nach Sonnenuntergang zum Schlafen auf und unter ein paar Decken, die er über die Jahre mitgebracht hat. Dort oben wird es nachts nämlich empfindlich kalt, selbst im Sommer.

Am nächsten Morgen nach einem kurzen Gebet macht sich Στάυρος wieder auf den Weg nach Hause. Um exakt sechs Uhr. Er geht auch immer die exakt gleiche Strecke. Hin wie zurück. Wieder läuft er mal schneller und mal langsamer, wieder macht er mal hier, mal dort, mal kürzer oder länger eine kleine Rast. Worauf er aber, fast hätte ich gesagt: höllisch achtet, ist, dass er pünktlich um sechs Uhr abends wieder in seinem kleinen Kloster ist. Die Regeln und der Zeitplan dort sind gnadenlos streng. Abt des Klosters ist nämlich ein vor langen, langen Jahren nach Kreta ausgewanderter und zum orthodoxen Glauben konvertierter uralter Preuße namens Fritz Zack!

Nun frage ich Sie, liebe Leserinnen und Leser: Gibt es auf den beiden Strecken, die Στάυρος an den beiden Tagen zurückgelegt hat, einen Punkt, an dem er zur gleichen Zeit am gleichen Ort war? Und zwar *immer*, also nicht nur zufällig auf einer Wanderung hin und zurück, sondern zwingend auf allen seinen Wanderungen?

¹ Es handelt sich hier um Kapitel V meines Buches: Irrte Einstein? Skeptische Gedanken zur Relativitätstheorie – (fast immer) allgemeinverständlich formuliert, Hamburg-Norderstedt 2008, ISBN 978-3-8370-4249-8, im Original S. 64-83. Aus Formatierungsgründen stimmen hier die Seitenzahlen und Fußnotennummern mit dem Originaltext nicht überein. Ansonsten ist der Text identisch – inklusive der Literaturangaben und auch anderer Verweise, die sich auf die Literaturliste bzw. andere Stellen und Kapitel des Originaltextes berufen.

Die Antwort lautet natürlich: Ja, zwingend. Es handelt sich um zwei stetige Raum-Zeit-Funktionen, die sich, bei gleichem Anfangs- und Endpunkt, *zwingend* irgendwo treffen müssen – und zwar unabhängig davon, ob über dem Koordinatensystem ‚Donnerstag‘ oder ‚Freitag‘ steht. Man muss sich einfach vorstellen, *zwei* Mönche gingen *gleichzeitig* los – einer oben an der Kapelle und einer unten am Kloster. Und die müssen sich eben *zwingend* irgendwo, an irgendeinem *identischen* Raumzeitpunkt treffen, *wenn* beide zur gleichen Zeit losgehen *und* zur gleichen Zeit ankommen *und* den gleichen Weg gehen, egal wie schnell oder langsam sie zwischendrin einzelne Streckenabschnitte gehen. Fast hätte ich gesagt: Daran führt kein Weg vorbei! (Wir abstrahieren hier davon, dass die Mönche natürlich nicht durcheinander hindurch gehen können. Die Bedingung, dass sie sich am *exakt* gleichen Raumzeitpunkt treffen, soll also auch dann erfüllt sein, wenn sie in fünfzig Zentimeter Abstand aneinander vorbeigehen.)

Man kann es sich als Nichtmathematiker auch einfach so klar machen: Der Mönch beschleunigt zwei Sekunden vor sechs Uhr in der Früh auf seine Gehgeschwindigkeit, die er *exakt* um sechs Uhr an der Klostergrenze erreicht, und geht dann völlig gleichmäßig und ohne jede Geschwindigkeitsschwankung hoch zur Kapelle und bremst erst in der Kapelle ab, nachdem er deren Schwelle um *exakt* sechs Uhr überschritten hat. (Hoffentlich stand die Tür offen.)

Wenn er den Rückweg genau in der gleichen Weise gestaltet, wird er *zwingend* um genau zwölf Uhr mittags am gleichen Ort sein wie am Tag davor um genau zwölf Uhr mittags. Also zur gleichen Zeit am gleichen Ort – unabhängig davon, ob es Donnerstag oder Freitag ist.

Nun, an diesem Tatbestand ändert sich überhaupt und rein gar nichts, wenn der Mönch mal schneller geht und mal langsamer oder wenn er mal hier, mal dort ein längeres oder kürzeres Päuschen einlegt – *solange* er *exakt* um sechs Uhr morgens losgeht und *exakt* um sechs Uhr abends ankommt und seinen Weg zwischendrin nicht verlässt. *Exakt* in dem Maße, in dem er einen Streckenabschnitt langsamer läuft, *muss* er einen anderen schneller laufen, um pünktlich am Ziel zu sein. Und wenn er irgendwo ein längeres Päuschen einlegt, muss ein anderes kürzer sein, will er es vermeiden, dass Abt Fritz Zack ihn züchtigt wegen frevelhafter Unpünktlichkeit. Die, *bildhaft gesprochen*, Dehnungen und Stauchungen der Raumzeitstrecke durch Beschleunigungen und Entschleunigungen *heben sich also exakt gegeneinander auf*. Wieder würden sich zwei Mönche *zwingend* irgendwo, und zwar an einem *identischen* Raumzeitpunkt treffen, auch wenn beide mal schneller und mal langsamer gegangen sind. Und würde man beider Weg samt identischem Raumzeitschnittpunkt in Form zweier mathematischer Funktionen aufzeichnen und graphisch darstellen, würde sich an der Identität des raumzeitlichen Treffpunktes auch dadurch nichts ändern, dass man an die eine Kurve ‚Donnerstag‘ schreibt und an die andere ‚Freitag‘.

Wir stellen also fest: Die Sache ist *vollkommen symmetrisch* – und zwar, und das ist ganz wichtig, *unabhängig* davon, ob unser Mönch seine Strecke mit (real natürlich nur annäherungsweise erreichbarer) *linearer* Geschwindigkeit zurücklegt oder beliebig *beschleunigt* und *entschleunigt*. Jeder Beschleunigung muss eine *völlig symmetrische* Entschleunigung folgen (und umgekehrt) – sonst geht die Sache schief, logisch wie empirisch!

So, liebe Leserinnen und Leser, womöglich ahnen Sie schon, wohin der Mönch, nein: der Hase läuft. Auch auf die Gefahr hin, einen dramaturgischen Fehler zu begehen, möchte ich die Quintessenz der folgenden Argumentation vorwegnehmen: Das so genannte Zwillingparadoxon, also die Behauptung, dass ein Zwilling A, der mit hoher Geschwindigkeit eine Reise macht, nach seiner Rückkehr weniger gealtert ist als sein zurückgebliebener Bruder B, ist kein Paradoxon, sondern eine physikalische Absurdität. Sämtliche (affirmativen) Darstellungen dieses so genannten Zwillingparadoxons (ich habe inzwischen einige Dutzend gelesen), sind logisch wie in ihrer graphischen Darstellung falsch. Es wird, nicht nur bildhaft gesprochen, immer nur die halbe Wahrheit erzählt: Durch eine – auch das sei vorweggenommen – spiegelbildliche (horizontale) Verdoppelung der graphischen Darstellungen käme die ganze Wahrheit zutage, dass nämlich die ganze Sache logisch wie empirisch-physikalisch völlig symmetrisch aufgebaut ist und nur aufgebaut sein *kann*.

Schon die Einsicht der *absoluten Symmetrie* des Versuchsaufbaues der Gedankenexperimente mit den beiden relativ zueinander bewegten Bezugssystemen (Zügen, Raumschiffen etc.) hätte eigentlich zu einer, wie ich sagen möchte: *symmetrischen Relativierung* der Experimente und ihrer Ergebnisse (*beide* Uhren gehen ‚langsamer‘) und damit zur – im Sinne einer doppelten Negation – Reinthronisierung des *Absoluten* führen müssen, *gemessen* an denen *beide* Uhren ‚langsamer‘ gehen – also faktisch *nicht* langsamer gehen: Wenn *alles* ‚langsamer‘ geht, geht *nichts* langsamer...

Ich möchte im Folgenden auf drei, man könnte fast sagen: ‚klassische‘ (affirmative) Darstellungen des so genannten Zwillingparadoxons etwas näher eingehen. Sie könnten, dies vorweg, unterschiedlicher und widersprüchlicher kaum sein – was angesichts der Tatsache, dass die Physik ansonsten wohl die exakteste aller exakten Wissenschaften ist, zunächst etwas verwundert. Aber was soll man erwarten von Versuchen, das Absurde als logisch und physikalisch schlüssig hinzubiegen!

Die erste Darstellung stammt aus der Feder eines promovierten Physikers und ist nachzulesen in einem populärwissenschaftlichen (deswegen aber nicht *unwissenschaftlichen*) Buch über die SRT und die ART, publiziert in einem großen, seriösen Verlag; die zweite ist abgedruckt in einem ‚offiziellen‘ Lehrbuch der SRT und ART, das von einem Professor für Theoretische Physik geschrieben und in einem bekannten, noch seriöseren fachwissenschaftlichen Verlag veröffentlicht wurde; und die dritte schließ-

lich ist in der Internet-Enzyklopädie *Wikipedia* unter dem Stichwort *Zwillingsparadoxon* nachzulesen – in einem sogar als *lesenswert* eingestuften Artikel.

Weil ich die erste Darstellung nutzen werde, die gesamte Sache grundsätzlich zu beleuchten, werde ich auf die zwei anderen Darstellungen nur in dem Maße eingehen, wie sie sich von der nun folgenden ersten unterscheiden:

„Gerade die Gleichberechtigung (!! E.S.)² der Bezugssysteme und die daraus resultierende bemerkenswerte Symmetrie (!! E.S.) brachte Kritiker der Speziellen Relativitätstheorie auf ein Gedankenexperiment, das sie als schlagkräftigen Gegenbeweis der Einsteinschen Theorie ins Felde führten. Es ist als *Zwillingsparadoxon* (Herv. E.S.) berühmt geworden.

Stellen wir uns vor, in ferner Zukunft sei es möglich, Raumschiffe zu bauen, die nahezu mit Lichtgeschwindigkeit fliegen können. Im Jahre 2100 begibt sich der Astronaut Neil Armstrong jr. auf eine Reise zum 25 Lichtjahre entfernten Stern Wega. Zufällig ist am Starttag sein dreißigster Geburtstag, den er zusammen mit seinem Zwillingsbruder feiert. Um die folgende Betrachtung zu vereinfachen (!! E.S.), nehmen wir an, die Rakete würde nahezu ohne Zeitverlust (!! E.S.) auf 98 Prozent der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und würde mit dieser Geschwindigkeit die Reise fortsetzen. Bei der Wega nimmt Armstrong jr. vom Raumschiff aus einige Messungen vor, dreht dann ohne Aufenthalt um und kehrt mit derselben Geschwindigkeit wie auf dem Hinweg zur Erde zurück. Auf dem Heimatplaneten angekommen begrüßen sich die beiden Brüder herzlich, aber sie müssen feststellen, dass sie, die Zwillinge, nicht mehr gleich alt sind. Nach Neils Borduhr sind seit seinem Start zehn Jahre vergangen, er ist also vierzig Jahre alt. Sein Bruder feiert hingegen bereits seinen achtzigsten Geburtstag, hat demnach also fünfzig Jahre auf Neils Rückkehr warten müssen.

Was uns intuitiv schreckt, ist im Lichte (!! E.S.) der Speziellen Relativitätstheorie vollkommen klar. Da sich Neil in einem schnell bewegten Bezugssystem aufgehalten hat, ist seine Borduhr langsamer gelaufen als die seines Bruders auf der Erde. Bei 98 Prozent der Lichtgeschwindigkeit beträgt der Zeitdehnungsfaktor fünf, das heißt im Raumschiff verging die Zeit fünfmal langsamer als auf der Erde.

Zu einem Paradoxon, also einem in sich widersprüchlich erscheinenden Zustand, wird dieses Beispiel erst durch den Grundsatz, dass alle Inertial-

² Ich hoffe, dass Sie, liebe Leserinnen und Leser, von meinem vielen Einschüben in Klammern nicht genervt sind. Aber wir müssen im Folgenden *sehr* genau hinlesen und hingucken, damit klar wird – wie unklar, ja absurd die ganze Sache ist.

systeme gleichberechtigt (also symmetrisch; E.S.) sind. Das heißt, die Behauptung des Bruders, er habe sich auf der Erde in Ruhe befunden und Neil habe sich schnell bewegt, lässt sich ebenso umkehren in die Behauptung, Neil sei unbewegt geblieben und der Bruder habe sich mit der Erde von ihm entfernt. Wem diese Anschauung immer noch befremdlich vorkommt, kann sich den Bruder auch in einem Raumschiff (!! E.S.) vorstellen, das irgendwo im Weltraum so stationiert ist, dass es bezüglich der Erde in Ruhe ist (!! E.S.). Nun hat man also zwei Brüder in zwei Raumschiffen, die sich gegenseitig voneinander entfernen. Betrachtet sich Neil als ruhend, so muss er annehmen, dass die Uhr seines Bruders (auf der Erde oder im anderen Raumschiff) langsamer geht. Bei ihrem Wiedersehen müsste nun Neil schneller gealtert sein als sein Zwilling. Eine von beiden Schlussfolgerungen muss aber falsch sein, denn einer der beiden Brüder kann beim Wiedersehen nicht gleichzeitig älter und jünger sein als der andere. Gibt es das Phänomen der Zeitdilatation also doch nicht? Und ist die (spezielle; E.S.) Relativitätstheorie falsch?

So haben es Kritiker immer wieder sehen wollen. Tatsächlich hat aber schon Einstein dieses Problem geklärt. Des Rätsels Lösung liegt darin, dass die völlig symmetrische Betrachtung, ‚Neil in Ruhe und der Bruder bewegt‘ oder ‚der Bruder bewegt und Neil in Ruhe‘, nicht zutrifft (!! E.S.). Es gibt einen entscheidenden Unterschied zwischen beiden: Während sich der Bruder tatsächlich die ganze Zeit über in einem Inertialsystem befindet (Was ein Inertialsystem ist, ist, wir erinnern uns, eine vollkommen willkürliche Entscheidung! E.S.), ist dies bei Neil nicht der Fall. Sein Raumschiff muss selbst unter Berücksichtigung aller denkbaren Vereinfachungen mindestens einmal stark beschleunigt (!! E.S.) werden (Damit haben wir den Geltungsbereich der Speziellen Relativitätstheorie verlassen, die nur für *gleichmäßig-linear* gegeneinander bewegte Systeme gilt. E.S.), und zwar bei der Umkehr an der Wega. (Was ist mit der Beschleunigung am Beginn der Reise und der Entschleunigung vor der Umkehr? E.S.) Sein Raumschiff bildet daher kein Inertialsystem, so dass auf dieses die Spezielle Relativitätstheorie *nicht angewendet werden darf* (!! Herv. E.S.). Es wird manchmal vermutet, dass die bei der Beschleunigung auftretenden Kräfte den wesentlichen Einfluss auf den Gang der Uhr ausüben. Das ist aber nicht der Fall.³ (Das *ist* der Fall, wie ich gleich aufzeigen werde. E.S.) Man kann unser Gedankenexperiment (!! E.S.) so anlegen (also *hinkonstruieren*!! E.S.), dass der Moment der Beschleunigung gegenüber den beiden langen

³ Das sagt – sogar wortgleich – auch *Goenner* in seinem offiziellen Lehrbuch der SRT und der ART: „Man könnte den Verdacht haben, daß es gerade die Beschleunigungen sind, die den wesentlichen Einfluß auf den Uhrengang haben. Das ist aber nicht der Fall.“ (1996, S. 52)

Strecken nicht ins Gewicht (im wahrsten Sinne des Wortes; E.S.) fällt. Entscheidend ist die Tatsache, dass man an dem Wendepunkt beim Stern We-ga das Inertialsystem wechseln muss. Erst eine genaue Analyse in einem Raum-Zeit-Diagramm klärt schließlich das Zwillingsparadoxon, und es zeigt sich, dass tatsächlich (!! E.S.) der Astronaut Neil langsamer altert als sein auf der Erde zurückbleibender Bruder.“ (Bührke 1999, S. 50-52; vgl. analog *Hawking* 1994, S. 51)⁴

Nun ich würde sagen, dass die ganze Sache *völlig symmetrisch* ist und bleibt, wenn man sie *vollständig* beschreibt: Neil und *relativ* zu ihm *auch sein Bruder* beobachten hin und zurück *zwingend* zwei Beschleunigungsphasen (ART) und sie beobachten *zwingend* zwei Entschleunigungsphasen (ART). Neil *erlebt* die Be- und Entschleunigung (was aber laut Bührke nicht für Neils langsames Altern verantwortlich ist) und *beobachtet* ihre Ergebnisse, sein Bruder *beobachtet* sie nur.⁵ Was die Beschleunigungsphasen gravitativ *relativ* verlangsamen (Neil und sein Bruder beobachten *jeweils* verlangsamte Uhren in der gravitativ wirkenden Beschleunigungsphase auf den *jeweils* zurückbleibenden Raumschiffen), wird *völlig symmetrisch* wieder ‚entlangsamt‘, also *relativ* zum *jeweils* anderen Bezugssystem wieder *schneller* (also nicht *absolut* schneller!) – und umgekehrt. Ob zwischen Beschleunigungs- und Entschleunigungsphase übrigens eine Phase linearer, gleichförmiger Bewegung existiert (SRT), *ist völlig gleichgültig*, da auch diese lineare Phase *völlig symmetrisch* aufgebaut ist – wie schon gesagt.

Es mag ja richtig sein, wenn man eine Beschleunigungsphase als Ausstieg aus einem vorherigen (wir erinnern uns: immer nur *willkürlich* definierbaren) *Inertialsystem* beschreibt. Aber *in der Beobachtung* steigen *beide* Brüder *jeweils* zeitweilig aus ihren ‚Inertialsystemen‘ aus! Und sie steigen immer *gleichzeitig* aus! Es ist in der *relativistischen* Betrachtung bzw. *Beobachtung* (der Uhren) *völlig unmöglich*, dass sich *A zu B* in einer Be- oder Entschleunigungsphase befindet, ohne dass sich nicht *gleichzeitig B zu A* in einer *völlig symmetrischen* Be- oder Entschleunigungsphase befindet!

⁴ Nebenbei: Bührke behauptet, dass Einstein „am 15. März 1879“ zur Welt gekommen ist (ebd., S. 9). Es war der 14. März... Nicht alles ist relativ und der Zeitdilatation unterworfen!

⁵ Streng genommen *erlebt* auch der auf der Erde zurückbleibende Bruder die Beschleunigung des Bruders: Die Rakete übt natürlich einen Rückstoß auf die Erde bzw. ihre Atmosphäre aus. Aufgrund der gewaltigen Masse der Erde *merkt* er aber nichts davon. Die Rückstoßkraft ist aber ohne jede Frage physisch *da* – und zwar *völlig symmetrisch* zur Schubkraft, die zur Beschleunigung des fliegenden Bruders führt.

Beide Uhren erscheinen in der *jeweilig beobachteten* Beschleunigungsphase *jeweils* rotverschoben!

Und man kann das alles auch in *absolute*, also *physisch-reale* (und nicht nur gedankenexperimentell *hinkonstruierte*) Größen transformieren, wenn man das Experiment nur entsprechend vernünftig gestaltet: Stellen Sie sich einfach vor, beide Raumschiffe wären in einer Röhre wie in einem nach beiden Seiten offenen Gewehrlauf. Eine kontrollierte Explosion zwischen beiden Raumschiffen würde *beide* Raumschiffe (ihre Baugleichheit mal vorausgesetzt) *gleichermaßen* in die entgegengesetzte Richtung *beschleunigen* – *völlig symmetrisch!*

Es wird (wie später noch belegt werden wird) oft behauptet, dass nur der reisende Zwilling eine Be- und Entschleunigungsphase erfahre, nicht aber der auf der Erde zurückbleibende. Natürlich ist diese Behauptung physikalisch völliger Unsinn! Der Rückstoss, den, wie oben schon angemerkt, die Erde (und damit der Zwilling Bruder) erfährt, ist zwar angesichts der enormen Masse der Erde nicht spürbar, aber definitiv und unabdingbar ein physisches Faktum. Alles andere würde gegen den Energie- bzw. Impulserhaltungssatz verstoßen.

Sehen wir weiter, was Bührke schreibt: Man stelle „sich eine Uhr vor, die pro Sekunde einen kurzen Lichtblitz aussendet. Bewegt sich diese Uhr in einem Raumschiff beschleunigt von uns fort, so kommen die Lichtpulse in immer langsamerer Folge bei uns an, weil sich die Uhr zwischen zwei Pulsen mit wachsender Geschwindigkeit von uns entfernt und die Lichtblitze bis zu uns immer mehr Zeit benötigen. (Das ist genau das, was ich eben ausgeführt habe – nur vergisst Bührke wieder die zweite Hälfte der Sache darzustellen: Auch das von der Erde dem beschleunigt wegfliegenden Astronauten hinterher eilende Licht erscheint diesem rotverschoben! E.S.) Uns erscheint (!! E.S.) es also so, als würde (Konjunktiv!! E.S.) die Zeit in dem beschleunigten Raumschiff immer langsamer vergehen. Da nach dem Äquivalenzprinzip die physikalischen Vorgänge in einem beschleunigten Raumschiff genauso ablaufen (Indikativ!! E.S.) wie unter dem Einfluss der Gravitation, muss (Imperativ!! E.S.) eine Uhr, die der Schwerkraft ausgesetzt ist, langsamer gehen als dieselbe Uhr in Schwerelosigkeit.“ (Bührke 1999, S. 72)

Wetten, dass der Astronaut unsere zurückbleibende Uhr genauso verlangsamt beobachtet wie wir seine? Auch bei ihm treffen die Lichtpulse unserer Uhr verlangsamt ein, da er sich ja beschleunigt von uns bzw. von ihr wegbewegt. Wir können es drehen und wenden wie wir wollen: Die Sache bleibt *völlig symmetrisch!*

Die so genannte *Gravitationsrotverschiebung* erklärt sich also wie im eben genannten Beispiel: Das langsamere Ticken der Uhr im Gravitationsfeld ist einfach eine Verringerung der *Frequenz*, also eine (relative) Verlängerung der *Wellenlänge* des Lichtes (Einstein 1990, S. 91, Einstein 1997,

S. 87-89, *Einstein/Infeld* 1998, S. 231). Was wir als Farben wahrnehmen, das sind die verschiedenen Wellenlängen des Lichtes – und (eher) langwelliges Licht ist eben (eher) rotes Licht (in der Skala violett, blau, grün, gelb, rot).⁶

Wir dürfen aber nicht vergessen: Wir befinden uns hier nach wie vor in einem *Gedankenexperiment* – *real* sind natürlich Beschleunigungen nur *eines* Bezugssystems (relativ zu einem anderen) möglich (und sogar die Regel), die (fast) alles, was im beschleunigten System an Strukturen (oder gar Leben in Form von Astronauten etc.) existiert, schlichtweg zerfetzen und zerquetschen würden! *Real*, also „tatsächlich“, wie *Bührke* formulierte, würde Astronaut Neil so *langsam* auf dem Hin- wie Rückweg *völlig symmetrisch* be- und entschleunigen müssen, um nicht zerfetzt zu werden, dass er *real nicht* jünger wäre als sein Bruder. Dagegen *Bührke*: „Die Apollo-Astronauten beispielsweise waren nach einem insgesamt acht Tage dauernden Mondflug... etwa zehn millionstel Sekunden (rein rechnerisch!! E.S.) weniger gealtert als ihre Kollegen auf der Erde (die, so könnte man sarkastisch hinzufügen, natürlich völlig regungslos auf einem völlig bewegungslos im Weltenraume hängenden, sich nicht um sich selbst und um die Sonne drehenden Planeten auf die Rückkehr der Astronauten warteten...; E.S.).“ (*Bührke* 1999, S. 45)

Wetten, dass der Stress und die Strapazen des Fluges sie *wesentlich* und *real* mehr *altern* ließen als diese rein rechnerische *relativistische* Größe sie (relativ) verjüngte? Noch ‚realer‘ übrigens würden Neil und sein Bruder sogar schlicht und ergreifend *tot* sein nach dem langen Flug, den Neil *physisch real* eben *nicht* mit 98 Prozent der Lichtgeschwindigkeit absolvieren kann. Von dieser nicht relativistischen *Realität* aber erst später mehr.

Bührke schreibt im Anschluss an das oben angeführte letzte Zitat: „Bleiben wir noch ein wenig bei Neil Armstrong jr., denn er hält eine weitere Überraschung bereit: Betrachten wir nur einmal den Hinweg zur Wega mit konstanter (!! E.S.) Geschwindigkeit. Der Astronaut weiß bei seiner Ankunft, dass er fünf Jahre lang mit 98 Prozent der Lichtgeschwindigkeit gereist ist, er kann also leicht ausrechnen, dass er insgesamt $5 \cdot 0,98 = 4,9$ Lichtjahre zurückgelegt hat. Wie kann er aber dann schon am Ziel sein (Das ist er selbstverständlich nur in diesem *hinkonstruierten* Gedankenexperiment. E.S.), wenn die Astronomen auf der Erde den Abstand ihres Heimatplaneten zur Wega ziemlich genau mit 25 Lichtjahren bestimmt haben? (Was hier behauptet wird, ist also nichts anderes als: Das Licht selbst

⁶ Vgl. zur *Gravitationsrotverschiebung* auch *Einstein* 1990, S. 107 f., *Goenner* 1996, S. 175, 181 f., 186, 188, 297 u. 309, *Leggett* 1989, S. 132 f., *Hawking* 1994, S. 122, oder *Bührke* 1999, S. 73 u. 95.

braucht für den Hinweg 25 Jahre, der mit $0,98 \cdot c$ Geschwindigkeit reisende Astronaut aber nur fünf Jahre! E.S.) Wer hat nun recht? Antwort: beide (!! E.S.), denn sowohl Neil Armstrong jr. als auch die Astronomen befinden sich in *völlig gleichberechtigten Systemen* (Herv. E.S.). Die Lösung lautet: Entfernungen sind relativ. Genauer: In Bewegungsrichtung verkürzen sich alle Körper (!! E.S.) und Entfernungen (!! E.S.) um denselben Faktor, um den die Zeit gedehnt wird. (Nach dieser ‚Logik‘ wären alle Entfernungen für das Licht selbst – null! E.S.) Eine Distanz 1 im ruhenden System schrumpft in einem mit v bewegten System zur Strecke $1'$. Diese berechnet sich nach der Formel $1' = 1 \cdot \sqrt{1-v^2/c^2}$.“ (Bührke 1999, S. 53, vgl. analog Charon 1988, S. 47 f.)⁷

Wir sehen also: Urplötzlich ist alles wieder *völlig symmetrisch* in der Versuchsanordnung – und urplötzlich erklärt die ‚Längenkontraktion‘ der Körper, ja die relativistische ‚Streckenkontraktion‘ die ganze Sache. Kurz zuvor wurde noch behauptet, dass die Betrachtung des Experimentes als „völlig symmetrisch... *nicht* zutrifft“ (ebd., S. 52; Herv. E.S.). Was nun? Ist es wissenschaftlich, dient es der Wahrheitsfindung, sich die *Gedankenexperimente* so *hinzukonstruieren*, wie man’s gerade braucht? Nochmals: *Physisch real* kann *nichts* Physisches, kein Raumschiff, kein Neil jr. etc. pp. ohne jede Beschleunigung 98 Prozent der Lichtgeschwindigkeit erreichen! Und physisch real schrumpft für *kein* sich mit (annähernd) c bewegendes Etwas irgend eine Strecke auf (annähernd) null!

⁷ Auf den Seiten 54 bis 56 seines Buches erklärt Bührke übrigens selbst, dass man die *beobachtete* ‚Längenkontraktion‘ bei sehr schnellen Objekten auch ganz anders erklären kann: Als Effekt der Laufzeitunterschiede des Lichtes, das von *verschieden* weit entfernten Teilen des ‚einen‘ Objektes ausgesandt wird: ‚vorne‘ und ‚hinten‘ können bei großen Objekten sehr weit voneinander entfernt sein: Ein z. B. von links nach rechts sich sehr schnell bewegendes Objekt *erscheint* deswegen verzerrt (verkürzt), weil das Objekt sein ‚Hinten links‘ durch seine schnelle Eigenbewegung *selbst* freilegt, was ohne diese schnelle Eigenbewegung, da ja ‚hinten‘, überhaupt nicht zu sehen wäre: ‚Vorne links‘ gibt, da sehr schnell bewegt, sozusagen den Weg frei für das *gleichzeitig* ‚hinten links‘ ausgesandte Licht: Das Objekt *erscheint* wie schräg von hinten und also perspektivisch verkürzt (vgl. hierzu auch Goenner 1996, S. 53-57).

Diesen Effekt hat James Terrell Ende der 1950er Jahre zuerst aufgedeckt: „Terrell wurde übrigens anfänglich mit seiner Entdeckung nicht sonderlich ernst genommen, und musste erleben, wie mehrere Zeitschriften seinen Aufsatz mit dem Argument ablehnten, er widerspräche der gängigen (relativistischen!! E.S.) Lehrmeinung. Erst als der bekannte Theoretiker Roger Penrose auf diesen Effekt stieß, veröffentlichte die Zeitschrift ‚Physical Review‘ 1959 Terrells Arbeit. Einstein hätte diese Art von Zensur sicher nicht gefallen.“ (Bührke 1999, S. 56) Ich verstehe nicht, warum Bührke daraus keine Konsequenzen zieht. Zum Terrell-Effekt vgl. auch Galeczki/Marquardt 1997, S. 72, 102 u. 126.

Bevor ich auf die Darstellung des so genannten Zwillingsparadoxons in dem weiter oben angeführten ‚offiziellen‘ Lehrbuch eingehe, möchte ich noch kurz ein Beispiel aus meiner eigenen Profession (der Naturphilosophie) anführen, das die Absurdität der ganzen Gedankenexperimentiererei in besonders grellem Lichte zeigt:

„Die scheinbare Paradoxie, die darin liegt, dass eine zunächst reziproke (symmetrische!! E.S.) ‚Verlangsamung‘ des Uhrengangs (jeder der Zwillinge ist ja, gesehen vom anderen, bewegt und führt aus dessen Sicht eine ‚verlangsamte‘ Uhr mit sich) schließlich zu einem asymmetrischen (!! E.S.) Ergebnis führt, kann aufgelöst (!! E.S.) werden: Setzt man die Weltlinie des einen Zwillings aus einem Hin- und einem Rückweg zusammen, also aus zwei jeweils *unbeschleunigten* (!! E.S.), in entgegengesetzte räumliche Richtungen laufenden Abschnitten, so zeigt sich, dass aus Sicht des Zwillings, der auf der gestückelten Weltlinie läuft, am ‚Umkehrpunkt‘ die Uhr des anderen Zwillings einen ‚Zeitsprung‘ zu vollführen scheint (scheint!! E.S.); dieser ‚Zeitsprung‘, für den es keine Entsprechung aus Sicht der ungestückelten Weltlinie gibt, ist (plötzlich *ist!!* E.S.) für das asymmetrische Resultat verantwortlich: der Zwilling der ungestückelten Weltlinie ist (ist!! E.S.) am Vereinigungspunkt älter.“ (Bartels 1996, S. 57 f.; Herv. E.S.) Und in einer Fußnote, angeheftet am eben zitierten Wort ‚Umkehrpunkt‘, steht zu lesen: „Um einen beschleunigungsfreien (!! E.S.) Übergang zwischen den Weltlinien-Abschnitten zu gewährleisten (!! E.S.), muss der reisende Zwilling am Umkehrpunkt (im Original steht ‚Uhrkehrpunkt‘; E.S.) durch eine in Gegenrichtung bewegte Kopie (!! E.S.) ersetzt werden.“ (ebd., S. 57)

Es ist einfach unglaublich! Eine physikalische Unmöglichkeit nach der anderen wird modelltheoretisch *hinkonstruiert* (beschleunigungsfreie Beschleunigung, Zwillingskopien, Zeitsprünge etc.), nur um eine völlig absurde Behauptung bzw. Theorie aufrechtzuerhalten – um nicht zu sagen: zu „gewährleisten“! Fürchterlich!⁸

So. Betrachten wir nun noch, was ein ‚offizielles‘ Lehrbuch und ein, wie schon angeführt, als *lesenswert* titulierter Beitrag in der Enzyklopädie Wikipedia zu diesen physikalischen Unmöglichkeiten zu sagen haben – damit niemand auf die Idee kommt, die genannten absurden Behauptungen (Zeitsprünge etc.) seien dem populärwissenschaftlichen (Bührke) oder natur-

⁸ Vgl. auch als „Kostprobe“ des „Rückzugsgefecht(s) der Orthodoxen auf dem Schlachtfeld des Zwillingsparadoxons“ die Darstellung des Versuches von *Herbert Dingle*, von renommierten Physikern eine vernünftige Erklärung dieses Paradoxons (vulgo: dieses Blödsinns) zu bekommen, bei *Galeczki/Marquardt* 1997, S. 216 f.

philosophischen (Bartels) Charakter der bisher referierten Darstellungen geschuldet:

Hubert Goenner, Professor für theoretische Physik, schreibt in seinem hochwissenschaftlichen und hochmathematischen Lehrbuch für Studenten im Hauptstudium der Physik „Einführung in die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie“ lapidar, dass es für die im Zwillingsparadoxon (vermeintlich) sich offenbarende „Asymmetrie durch den *Wechsel der Inertialsysteme*“ und für die Tatsache, dass genau an dieser Stelle, so zumindest die (formalmathematisch-graphische) Behauptung, die Zeitlinien beider Zwillinge „**abrupt springen... keine physikalische Erklärung**“ gebe für unseren weitgereisten Zwillingspartner (1996, S. 52; Herv. E.S.) und also auch für uns nicht! Physikfreie Räume in einem ‚offiziellen‘ Lehrbuch der Physik!

Lassen wir uns diese Behauptung auf der Zunge zergehen: Der Wechsel eines *willkürlich* gesetzten Bezugssystems (wir erinnern uns: *jede* Setzung eines Bezugs- bzw. Koordinatensystems in einem Weltall, in dem ein absoluter Bezugsrahmen (Äther) nicht nachgewiesen werden konnte (so zumindest die Behauptung), ist eine *willkürliche* Setzung)⁹ führt zu einer *abrupten* Alterung der das Bezugs- bzw. Koordinatensystem wechselnden (in unserem Falle biologischen) Masse! Und uns wurde expressis verbis und sogar (im Falle von Bürke und Goenner) wortgleich gesagt, dass dieses physikalische Wunder *nicht* auf die Be- und Entschleunigungsphasen der ganzen Sache zurückzuführen ist!

Betrachten wir vor diesem Hintergrund noch die angekündigte dritte Darstellung des Problems. Ich habe dabei ganz bewusst einen Artikel aus der Internet-Enzyklopädie Wikipedia¹⁰ ausgewählt, weil über diesen als *lesenswert* eingestuften Artikel wohl schon zehntausende von Physikeraugen gewandert sind, deren Eigner sofort Fehler korrigiert hätten, würden sie nach Meinung des wissenschaftlichen Mainstreams der Physik existieren. Er gibt also nicht nur eine Privatmeinung wieder.

⁹ „Ein Bezugssystem, in dem ein Körper ruht, ist ein Inertialsystem. Für jeden Punkt dieses Körpers existieren diskrete Koordinatenwerte des Bezugssystems. Die Eigenschaften dieser Inertialsysteme werden an Körpern manifest. Unabhängig davon sind Inertialsysteme *primär Konstrukte des Denkens* und nach ihrer Natur Bezugssysteme für Koordinatenpunkte.“ (http://de.wikipedia.org/wiki/Elektroimpuls_und_Masse:_4._Spezielle_Relativitätstheorie; Herv. E.S.)

¹⁰ Er ist unter <http://de.wikipedia.org> natürlich zu finden nach Eingabe des Suchbegriffs *Zwillingsparadoxon*. Weil es medienbedingt nicht möglich ist, nach dem üblichen Verfahren Zitate zu belegen (Autor, Jahr, Seite), fehlen oben entsprechende Belege. Die zitierten Stellen finden sich aber ganz leicht nach Eingabe kurzer Textstellen als Suchbegriffe in das Suchfeld, das sich in allen (mir bekannten) Browsern öffnet durch den Befehl Strg+f.

Nun, wir erfahren zunächst, dass beide Zwillinge unter Voraussetzung einer konstant-linearen Geschwindigkeit des reisenden Zwillings (wir sind also im Geltungsbereich der SRT) zunächst das Gleiche beobachten (nämlich *jeweils* langsamer gehende Uhren): „Die *wechselseitige* Verlangsamung steht in Einklang mit dem Relativitätsprinzip, das besagt, dass alle Beobachter, die sich mit *konstanter* Geschwindigkeit gegeneinander bewegen, *völlig gleichberechtigt* sind. Man spricht von Inertialsystemen, in denen sich diese Beobachter befinden.“ (Herv. auch im Folgenden E.S.)

So. Und jetzt kommt's: „Wieso erweist sich der auf der Erde zurückgebliebene Zwilling nach der Reise als der ältere?... Zur Beantwortung der... Frage ist die *Abbrems-* beziehungsweise *Beschleunigungsphase* zu betrachten, die für die *Rückkehr* (Warum nur für die? E.S.) des fliegenden Zwillings erforderlich ist. (Damit haben wir den Geltungsbereich der SRT verlassen, und wir könnten und müssten die Diskussion in Sachen SRT-Zwillingparadoxon an dieser Stelle aus Gründen wissenschaftlicher Seriosität eigentlich beenden. Aber sind wir vorläufig gnädig und lesen weiter. E.S.). Während dieser Phase vergeht nach *Einschätzung* des fliegenden Zwillings die Zeit auf der Erde schneller. Der dort zurückgebliebene Zwilling *altert* dabei soweit *nach*, dass er trotz des langsameren Alterns während der Phasen mit konstanter Geschwindigkeit im Endergebnis der Ältere ist, so dass sich auch aus der Sicht des fliegenden Zwillings kein Widerspruch ergibt. Das Ergebnis nach der Rückkehr steht auch nicht im Widerspruch zum Relativitätsprinzip, da die beiden Zwillinge *aufgrund* (!! E.S.) der *Beschleunigung* (!! E.S.), die *nur* (!! E.S.) der fliegende erfährt, bezüglich der Gesamtreise *nicht als gleichwertig* betrachtet werden können. (Zwei Physiker, Bürke und Goenner, sagten uns also, dass die ganze Sache mit der Beschleunigungsphase nichts zu tun habe – jetzt erfahren wir von einem anderen, dass dem doch so sei. E.S.)

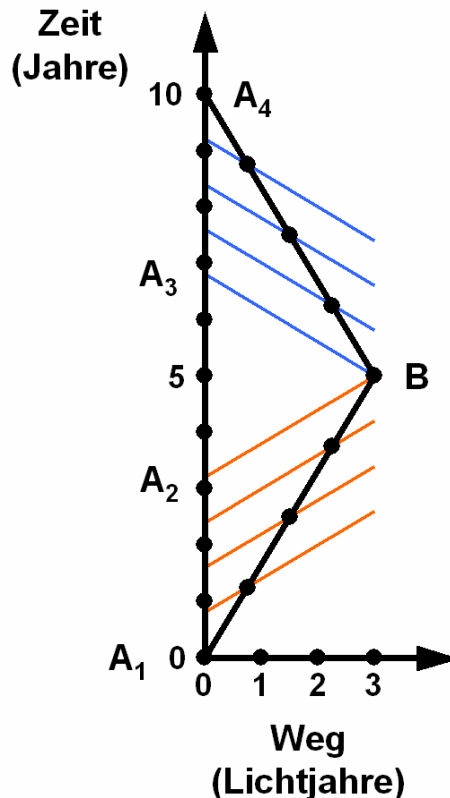
Ursache dieser Nachalterung ist wiederum die Relativität der Gleichzeitigkeit. Während der *Beschleunigung* wechselt der fliegende Zwilling gewissermaßen *ständig in neue Inertialsysteme*. In jedem dieser Inertialsysteme ergibt sich jedoch für den Zeitpunkt, der gleichzeitig auf der Erde herrscht, ein anderer Wert und zwar derart, dass der fliegende Zwilling auf eine Nachalterung des irdischen *schließt*...

Der irdische Zwilling spürt von dieser Nachalterung nichts, sondern es handelt sich, wie beschrieben, um einen *Effekt*, der im Rahmen der speziellen Relativitätstheorie (Nochmals: Dieser Rahmen wird durch die Einbeziehung der Beschleunigungsphase eigentlich verlassen! E.S.) *lediglich* die Folge einer *Beschreibung* der Vorgänge aus unterschiedlichen *Koordinatensystemen* heraus ist, zwischen denen der reisende Zwilling wechselt.“

Wir lesen also schwarz auf weiß, dass die vom reisenden Zwilling *beobachtete* Nachalterung des auf der Erde zurückgebliebenen Zwillings *lediglich Folge einer Beschreibung* aus unterschiedlichen *Koordinatensystemen*

ist! Es wird aber das *physisch-biologische Faktum* des schnelleren Alterns des zurückgebliebenen Zwillinges behauptet! Und das würde bedeuten: Physische Realität ändert sich durch *Beschreibung*, durch Umhängen verschiedener Koordinaten-Namensschildchen!

Zur graphischen Erläuterung dieses, Entschuldigung: physikalischen Irrsinns, wird uns folgendes Diagramm angeboten (das übrigens völlig typisch ist für die graphische Darstellung des Zwillingparadoxons in der spezifischen Literatur):



Und als Erläuterung direkt unter dem Diagramm¹¹ steht zu lesen: „Weg-Zeit-Diagramm für $v = 0,6c$. Der Zwilling auf der Erde bewegt sich auf der Zeitachse von A_1 nach A_4 . Der reisende Zwilling nimmt den Weg über B . Linien der Gleichzeitigkeit *aus der Sicht des reisenden Zwillinges* sind für die Hinreise rot und für die Rückreise blau eingezeichnet (entsprechend der Rot- und Blauverschiebung des wahrgenommenen Lichtes, das von der Erde zum reisenden Zwilling gelangt; E.S.). Die Punkte auf den Reisewegen

¹¹ Die Graphik wurde freundlicherweise erstellt und der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt von Wolfgang Beyer:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Zwillingsparadoxon> und

<http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Zwillingsparadoxon.png>

markieren jeweils ein Jahr Eigenzeit. (Wobei die auf der Strecke über Punkt B eingezeichneten ‚Eigenzeitjahre‘ natürlich eine *Behauptung* und eine *Voraussetzung* der gesamten Darstellung sind – die eigentlich erst zu beweisen wären! E.S.)“

Das Interessante bis Absurde an dieser Darstellung ist, dass das, was nach den bisherigen Ausführungen des oder der Autoren des Wikipedia-Artikels das eigentlich *einzig relevante Faktum* ist, nämlich die Be- und Entschleunigungsphase auf dem Hinweg und die Be- und Entschleunigungsphase auf dem Rückweg (Wie erinnern uns: Beide Phasen *müssen* völlig symmetrisch sein, sonst schießt unser reisender Zwilling am Zielpunkt oder am Rückkehrpunkt vorbei!), *überhaupt nicht eingezeichnet ist!* Wir erfahren diesbezüglich: „Unmittelbar vor seiner Ankunft am Ziel B befindet sich der ruhende Zwilling *nach Ansicht* (In des Wortes direkter Bedeutung! E.S.) des fliegenden daher bei A₂ und erscheint daher *weniger* gealtert (Weniger!! Der ruhende Zwilling, der später dramatisch älter sein soll!! E.S.). Während der *Umkehrphase*, die hier als *so kurz angenommen* (!! E.S.) wurde, dass sie im Diagramm *nicht zu erkennen ist* (!! E.S.), *schwanken* (genauer: *springen*; E.S.) die Linien der Gleichzeitigkeit für den fliegenden Zwilling, und sein Bruder auf der Erde *altert* bis zum Punkt A₃ *nach*. (Die Alterung muss, da die *Umkehrphase* in der Darstellung ein *Umkehrpunkt* ist, also *schlagartig* erfolgen – womit wir wieder bei dem oben bei Goenner etc. schon dargestellten *Zeitsprung* wären, für den es, wir erinnern uns, „**keine physikalische Erklärung**“ gibt. E.S.) Während der Rückreise nach A₄ scheint der Zwilling auf der Erde wieder *langsamer* zu altern.“

Nun, liebe Leserinnen und Leser, verzeihen Sie mir die deutlichen Worte, aber das alles ist nur noch absurd! Selbst (und gerade) in der um den ‚Punktus Knacksus‘ bereinigten Version dieser graphischen Darstellung ist die ganze Sache noch immer vollkommen symmetrisch! Die Graphik ist horizontal (auf der Linie von Punkt „5“ der Lebenslinie des zurückbleibenden Zwilling zum Umkehrpunkt „B“) völlig spiegelsymmetrisch! Alle Rot- und Blauverschiebungen heben sich gegenseitig exakt auf! Und wenn man die *gesamte* Graphik an ihrem Kopfende horizontal spiegelt, hat man die *gesamte* Wahrheit, nämlich *zwei* Graphiken für die *jeweilige* Blickrichtung *beider* Zwillinge – sie sehen nämlich, wie schon gesagt, *beide* Rotverschiebungen des *jeweils* ausgesandten Lichtes in der Beschleunigungsphase auf dem Hinweg bzw. Blauverschiebungen in der Beschleunigungsphase auf dem Rückweg (und jeweils umgekehrte Verhältnisse in den Entschleunigungsphasen).

So. Und dann nehmen wir noch zur Kenntnis, dass in *beiden* Diagrammen (Perspektiven) die Zeiträume zwischen den Punkten A₂ (bzw. kurz danach) und A₃ (bzw. kurz davor) *jeweils überhaupt nicht wahrgenommen werden können* – weil *gar kein* Lichtweg von dort bzw. nach dort führt!

Weder vom zurückbleibenden noch vom reisenden Zwilling! Die Graphik hat an dieser Stelle (das nicht blau oder rot schraffierte Dreieck in der Mitte) konsequenterweise einen weißen Fleck!¹² Obwohl ein schwarzer, ein ‚dunkler Fleck‘ konsequenter wäre – da er fern allen Lichts und aller physikalischen Erklärbarkeit ist.

Man kann diese Zeiträume nur modelltheoretisch *hinkonstruieren*, indem man eben die *Umkehrphase* als *Umkehrpunkt* setzt, also von einem (physikalisch unmöglichen!) *Zeitsprung* ausgeht, so dass die Zeitstrecke von A_2 (bzw. kurz danach) bis A_3 (bzw. kurz davor) sozusagen in einer Zeitspanne mit dem Betrag *null* verstreicht. Warum man übrigens nach Abzug der Zeitspanne von A_2 (bzw. kurz danach) bis A_3 (bzw. kurz davor) nicht auf die *gleiche* Jahrespunktzahl auf beiden Lebenslinien beider Zwillinge kommt, das fragen Sie, liebe Leserinnen und Leser, bitte den Konstrukteur dieser Graphik – und vor allem die *Hinkonstrukteure* des ganzen Irrsinns namens *Zwillingsparadoxon*. Selbst diese Unstimmigkeit wird durch die horizontale Spiegelung der gesamten Graphik aber noch zu einer – *symmetrischen*...¹³

So. Das nahezu Niederschmetternde ist, dass wir nun noch erfahren, dass die gesamte bisherige Argumentation eigentlich für die Katz war: „Durch Einführen einer dritten Person lässt sich eine Variante des *Zwillingsparadoxons* formulieren, *die völlig ohne Beschleunigungsphasen auskommt*. Dabei passiert der reisende Zwilling den Stern mit gleich bleibender Geschwindigkeit, während die dritte Person gleichzeitig den Stern mit einer gleich großen, aber zur Erde gerichteten Geschwindigkeit passiert, wobei beide lediglich ihre Uhren abgleichen. Wenn *beide* (!! E.S.) auch die *Erde* mit konstanter Geschwindigkeit *passieren* und dabei lediglich mit dem irdischen Zwilling Uhrenstände vergleichen, *findet überhaupt keine Beschleunigung statt*. (Beide!! Wie ist der am Stern vorbeisausende Zwilling ohne Entschleunigung, Umkehr und erneute Beschleunigung in Richtung Erde nur wieder zurückgekommen zu seinem Heimatplaneten und seinem Bruder? E.S.) Die mathematische Behandlung dieses Szenarios und sein Endergebnis sind identisch mit dem zuvor geschilderten, sofern (!! E.S.) die

¹² Er ist analog etwa auch im Lehrbuch von *Goenner* (1996, S. 50) zu betrachten.

¹³ Unsere *Hinkonstrukteure* abstrahiert übrigens generös von der Eigenbewegung des auf der Erde zurückbleibenden *Zwillings* – die Erde dreht sich (am Äquator) mit ca. 1.666 km/h um die eigene Achse und mit ca. 107.208 km/h um die Sonne. Weil unser reisender Zwilling unser Sonnensystem verlässt, müsste man, je nachdem, wo genau er hinfliegt, sogar noch die Rotationsgeschwindigkeit unseres Sonnensystems relativ zum Mittelpunkt unserer Galaxis berücksichtigen. Sie beträgt ca. 792.000 km/h. Vgl. in <http://de.wikipedia.org> die Suchbegriffe bzw. Artikel *Erde*, *Sonnensystem* und *Bahngeschwindigkeit*.

Dauer der Beschleunigungsphasen vernachlässigbar kurz ist. (Was eine *mathematische* Möglichkeit, aber eine *physische Unmöglichkeit* ist. E.S.) Diese Variante mit drei Personen demonstriert, dass *nicht unbedingt* (Aber so ein bisschen doch? E.S.) die Beschleunigung als Phänomen das Zwillingenparadoxon auflöst, sondern der Umstand, dass das Geschehen während der Hin- und Rückreise aus unterschiedlichen *Inertialsystemen* mit unterschiedlichen *Einschätzungen* der Gleichzeitigkeit heraus *beurteilt* wird.“

Schlussendlich erfahren wir also wieder, dass physikalisch-biologische Prozesse (Altern) durch das Umhängen von Koordinaten-Namensschildchen („unterschiedliche Inertialsysteme“) beeinflusst werden können bzw. durch „Einschätzungen“ und dadurch, dass etwas „beurteilt wird“.

Das alles, Liebe Leserinnen und Leser, ist *Metaphysik* in des Wortes direkter, wahrster – und schlechtesten Bedeutung!
