

**Zeitschrift:** Schweizerisches Archiv für Volkskunde = Archives suisses des traditions populaires  
**Herausgeber:** Empirische Kulturwissenschaft Schweiz  
**Band:** 115 (2019)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Die Schraube, der Marder und der Bug : Zeitlichkeit und Materialität im Experimentieren am Beispiel ethnografischer Feldforschung über Physik  
**Autor:** Dippel, Anne  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-842278>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 20.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Die Schraube, der Marder und der Bug

## Zeitlichkeit und Materialität im Experimentieren am Beispiel ethnografischer Feldforschung über Physik

ANNE DIPPEL

### Abstract

Eine nicht angezogene Schraube verzögerte den Start der «Weltmaschine» Large Hadron Collider der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN) 2008 um mehr als ein Jahr. Solche unvorhersehbaren Störungen, Pausen, Schnitte und Brüche aller Art rhythmisieren die wissenschaftliche Produktion von Erkenntnis, obwohl sie in den Publikationen der Resultate keine Rolle spielen. Die Lebensdauer eines Experiments hängt vom Zusammenspiel der Assemblage verschiedener Akteure ab. Wissenschaftliche Erkenntnisse, die in einem dynamischen, komplexen Netzwerk entstehen, werden durch Brüche in der epistemischen Infrastruktur bereichert, sofern sie verfügt werden können. Auf der Basis durch empirische Feldforschung gewonnener Einsichten in der Hochenergiephysik möchte der vorliegende Artikel die derzeit geführten Debatten zum Verständnis von Zeit und Zeitlichkeit in der Kulturanthropologie durch eine ethnografische Rhythmusanalyse um die Reflexion der Störung durch Materialität und Medialität erweitern und die Taktungen von Arbeitspraxen durch das Verständnis von Infrastrukturen beleuchten.

### Auf der Suche nach der verlorenen Zeit

Es ist 2017. Der grösste Teilchenbeschleuniger der Welt steht still. Ein Steinmarder bringt die sieben Milliarden Euro teure Maschine zum Erliegen, in der elementare Bestandteile von Materie auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und zur Kollision gebracht werden. Derartige unvorhersehbare Momente stellen einen integralen Bestandteil des täglichen Arbeitsrhythmus am CERN im schweizerischen Meyrin dar. Die Materialität der Dinge manifestiert sich hier auf vielen Ebenen. Auch eine andere animierte Materie bringt das Experiment alltäglich ins Stocken, allerdings im virtuellen Raum. Täglich müssen Aberhunderte Bugs gejagt werden, die sich in den Millionen Zeilen C++-Code verstecken. Es braucht über die Jahrzehnte hinweg

betrachtet wohl Tausende von PhysikerInnen und Hunderte von Stunden, um diese Bugs zu entdecken, schliesslich arbeiten an den Experimenten in etwa 10 000 Menschen gleichzeitig und das CERN verzeichnet etwa 1000 Promovierende in drei Jahren, von denen nur wenige als Postdocs oder fest angestellte WissenschaftlerInnen arbeiten werden.

Mia Ferrari ist eine von ihnen. Sie arbeitet am Code und jagt einen Bug, weil der Code nicht «läuft». Den Fehler hat irgendjemand anderes versehentlich hineinprogrammiert, vielleicht vor Wochen schon oder vor Monaten. Es war bis vor ein paar Tagen nicht aufgefallen, aber als Ferrari ihren Codeteil umschrieb, lief nichts mehr. Intensive Stunden vor schwarzem Bildschirm mit einem stirnrunzelnden Blick auf weisse Zeilen vergehen; Schritt für Schritt wird die Codearchitektur prüfend abgesucht, es sei wie ein «Rätsel», das es zu lösen gilt, erklärt sie mir irgendwann nebenbei, als ich sie frage, ob sie nicht langsam genervt sei. Ahermalige Versuche, den Algorithmus «zum Laufen» zu bringen, scheitern. Eines Mittags lichtet sich das Gesicht, ein befreites Lachen begleitet das gemeinsame Essen im Restaurant, die problematische Zeile ist gefunden, die gestockte Zeit wieder in Fluss gebracht. Die Aufgabe, an der Mia sass, ist als ein «offenes Ticket» zur Bearbeitung in dem Programm GitLab für sie hinterlegt gewesen. Nachdem sie den Bug nun «gefixt» hat, kann das gelöste Ticket geschlossen werden. Für Mia Ferrari geht es jetzt einfach weiter. Während die Zeit des Codes stehen geblieben war, verstrich ihre eigene hochkonzentriert; die Pause des Materiellen versetzte sie in schnelle Taktung. Der eine Akteur, nicht menschlich, stand still, die andere Akteurin, durch und durch Mensch, war in Hochgeschwindigkeit versetzt, beide miteinander verbunden. Jetzt, wo das Problem gelöst ist, läuft der Algorithmus einfach weiter, im Takt mit anderen Anwendungen. Ferrari wird dieser Fall in wenigen Monaten als einer von vielen bedeutungslos geworden sein. Die Störung ist vergessen, wenn der Algorithmus läuft. Der Algorithmus selbst hat keine Geschichte; das neue Arbeitsprogramm GitLab lässt verschwinden, was einmal Störung gewesen war.

Diese Szene konnte ich in den vergangenen Jahren im Rahmen meiner teilnehmenden Beobachtungen immer wieder auf die eine oder andere Weise zu Gesicht bekommen und die internen Aufregungen, das je nachdem Lästern oder Sichbeschweren über schlechten Code, meckernde PhysikerInnen und ihre oft auch philosophisch diskutierte Frage, ob es an den Guidelines selbst liege, an den jeweiligen Organisationsmodi und weniger an den Fähigkeiten einzelner ProgrammiererInnen, dass der Code in erbärmlicher Verfassung sei, haben sich mir als eines der wichtigsten beständig wiederkehrenden Ereignisse des Arbeitsalltags am CERN eingeprägt. Dem Versagen des Zusammenspiels von Materialität, Digitalität, Infrastruktur und menschlicher Arbeit, das sich in regelmässigen Pausen und Brüchen des zeitlich schnell getakteten Alltags ausdrückt, den dichten Momenten von Arbeit unter grösstem Zeitdruck, die in den Gesichtern meiner GesprächspartnerInnen tiefe Augenringe zeichnen, widmete ich im Laufe meiner Feldforschung viel Aufmerksamkeit. Aus der Erfahrung der Alltäglichkeit von Störungen, die nicht akzeptiert wurde, erwuchs für mich die Frage, wie sich Zeitlichkeit im Zusammenhang von Gemeinschaft, Medialität und Materialität denken lässt. Raum

und Zeit sowie Räumlichkeit und Zeitlichkeit sind keine Kategorien an sich, sondern von kulturgebundenen Vorstellungen geprägt. Die in «unserer» globalisierten Welt vorherrschenden Ideen erscheinen aus einer makroskopischen Perspektive als Teil des Horizonts einer eurasisch-afrikanischen Superkultur, die sich auf der Basis insbesondere indoeuropäisch eingravierter Raum-Zeit-Konzeptionen des Aion (Ewigkeit), des Kairos (Zufall) und der Chora (Raum, in dem sich Raum, Zeit und Materie überhaupt entfalten können), insbesondere aber des Chronos und des Topos offenbaren. Denn die messbare Zeit umhüllt den gesamten Globus in einem Netz von berechenbaren, linear verstreichenden Folgen von Ereignissen, und nach den Regeln der Relativitätstheorie manifestiert sich in jedem Mobiltelefon, das GPS-Ortung besitzt, der vermessbare Raum. Raumzeit materialisiert sich in unseren Händen alltäglich, ebenso wie sie sich in den Zeitplänen unterworfenen importierten Gütern greifbar machen lässt, die auf Autobahnen, Schienen und See-Strassen den Ritualen postfordistischer Infrastrukturen gehorchen müssen.

In diesem Aufsatz möchte ich durch eine ethnografische Rhythmusanalyse<sup>1</sup> den Taktungssequenzen dieser Zeit nachspüren, indem ich die Vorstellungen von Vergangenheit und Zukunft im Umgang mit einem technisch geprägten Alltag analysiere. Dabei sind Ruptur, Bruch und Schnitt Ausgangspunkte für meine Analysen, getreu der theoretischen Annahme, dass sich die Beschaffenheit eines Untersuchungsgegenstandes erst dann ganz zeigt, wenn er nicht sein kann, obwohl er ist. Die Störung trägt zum Verständnis von Zeiterfahrungen meiner FeldbewohnerInnen bei, wenn im Moment des Zusammenbruchs und des Versagens das Materielle durch eine Art von Widerstand sichtbar wird.<sup>2</sup>

## Wie über Zeitlichkeit gedacht wird

Im Unterschied zur eingangs geschilderten Vignette aus meiner Feldforschung über die Wissenskulturr der PhysikerInnen wird der gegenwärtig lebendige Diskurs über Zeitlichkeit in der Kulturanthropologie oftmals so geführt, als ob die Reflexionen des Bruchs, der Leerstelle, der Störung, des Schnitts oder der Pause bloss eine geringe Rolle im Verständnis der Zeitlichkeiten von Kulturen spielen würden; als ob das Denken der Postmoderne, das sich eben genau mit dieser narzisstischen Kränkung des kartesischen Subjekts auseinandersetzt und die Störung selbst, das Versagen und die Verschiebung von Sinn und der ständig aufgeschobenen Erfüllung eines Begehrens, intensiv thematisierte, wenig Beachtung gefunden hätte; als ob medientheoretische Ansätze, die sich mit zeitkritischen Verfahren diskreter

1 Vgl. Lefebvre, Henri: *Rhythmanalysis. Space, Time and Everyday Life*. London 2004; Jackson, Steven, David Ribes, Ayse Buyuktur, Geoffrey Bowker: *Collaborative Rhythm. Temporal Dissonance and Alignment in Collaborative Scientific Work*. In: *Proceedings of the Association for Computing Machinery (ACM) 2011 conference on computer supported cooperative work*, 2011, S. 245–254.

2 Star, Susan Leigh: *The Ethnography of Infrastructure*. In: *American Behavioural Scientist* 43/4 (1999), S. 377–391.



Taktungen des binären Computers philosophisch beschäftigen,<sup>3</sup> für die gegenwärtigen Grossanalysen von relationalen Akteurnetzwerken kaum etwas bedeuten würden. Auseinandersetzungen mit der Zeitlichkeit befassen sich insbesondere mit kontinuierlichen Prozessen, sei es etwa durch die vom Soziologen Hartmut Rosa oder vom Kulturtheoretiker Paul Virilio angestossenen Analysen der sich ständig verstärkenden Resonanz von Geschwindigkeitserfahrungen (Beschleunigung)<sup>4</sup> oder der mit Technisierung einhergehenden Sedierung, die dazu führt, dass die beschleunigten Arbeitsprozesse, durch informatisch hochgetunte Computer unterstützt, Menschen immer länger zum Arbeiten bringen, die sitzend ihre Zeit mit Medien verstreichen lassen, in denen sich wiederum alles beschleunigt. Es wirkt zuweilen, als ob wir in einer endlos sich fortspielenden Beschleunigungsschleife gefangen wären, obwohl wir ständig Pausen erleben, warten müssen.

Ein anderes Beispiel zeigt sich in den Diskussionen über Raumzeitlichkeiten und ihre Rahmungen von -scapes aller Art,<sup>5</sup> die sich dem Präsentischen weniger widmen als etwa den *imaginaries* und vor allem einer Zukunft als solcher, besonders von Arjun Appadurai durchdacht.<sup>6</sup> Diese Theorieentwürfe geben den Blick auf das Grosse frei, zeigen die Versäumungen des Kontinuierlichen, aber die diskreten Sprünge selbst, die Atempausen, der Moment des Wimpernschlags, die Lücke der Wahrnehmung, durch Unvollendetes ausgelöstes Warten, Löcher in der Zeit, Leerstellen zwischen Sinnzusammenhängen und Stillstand im Raum geraten dabei aus dem Blick. Vor allem, wenn es gleich um Zeiträume geht, die so überdimensional sind, wie «die» Moderne selbst, etwa bei Appadurai; oder wenn Entitäten in den Blick genommen werden, wie «der» beziehungsweise «das» Andere – so im Fall von Johannes Fabians anthropologischem Essay *Time and the Other*.<sup>7</sup> Auch die zeitlich verfassten Räume «der» Erinnerung bei Jan und Aleida Assmann,<sup>8</sup> Überbleibsel im Gewebe des Vergessens, aus dem sich die Erinnerung ein dünnes Garn spinnt,

3 Volmar, Axel (Hg.): Zeitkritische Medien (Berliner Programm einer Medienwissenschaft, 5). Berlin 2009.

4 Virilio, Paul: Fluchtgeschwindigkeit. Essay. Frankfurt am Main 1999; ders.: Der grosse Beschleuniger. Wien 2012; Rosa, Hartmut: Beschleunigung. Die Veränderung der Zeitstrukturen in der Moderne. Frankfurt am Main 2005.

5 Appadurai, Arjun: Disjuncture and Difference in the Global Cultural Economy. In: ders.: Modernity at Large. Cultural Dimensions of Globalization. Minneapolis 1996, S. 27–47.

6 Appadurai, Arjun: The Future as Cultural Fact. Essays on the Global Condition. London, New York 2013; Munn, Nancy: The cultural anthropology of time: A critical essay. In: Annual Review of Anthropology 21 (1992), S. 93–123; Ssorin-Chaikov, Nikolai: Two Lenins. A Brief Anthropology of Time. Chicago 2017; Strathern, Marilyn: Reproducing the Future. Essays on Anthropology, Kinship and the New Reproductive Technologies. New York 1992; Tutton, Richard: Multiplanetary Imaginaries and Utopia: The Case of Mars One. In: Science, Technology & Human Values 43/3 (2018), S. 518–539; Marcus, George E.: Technoscientific Imaginaries. Conversations, Profiles, and Memoirs (Late Editions, 2). Chicago 1995; Jasanoff, Sheila: Future Imperfect: Science, Technology, and the Imaginations of Modernity. In: Jasanoff, Sheila, Kim Sang-Hyun: Dreamscapes of Modernity. Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power. Chicago 2015, S. 1–33; Urry, John: What is the Future? Cambridge 2016.

7 Fabian, Johannes: Time and the Other. How Anthropology Makes Its Object. New York 1983.

8 Assmann, Aleida, Jan Assmann: Das Gestern im Heute. Medien und soziales Gedächtnis. In: Klaus Merten et al. (Hg.): Die Wirklichkeit der Medien. Eine Einführung in die Kommunikationswissenschaft. Opladen 1994, S. 114–140. Siehe auch Assmann, Jan: Steinzeit und Sternzeit. Altägyptische Zeitkonzepte. München 2011.

verdichten den Blick auf die Zeit so, dass das Erlebnis des Unvollendeten nicht durchdacht werden kann. Selbst das medientheoretische Konzept von Infrastrukturen als «seamless spaces» der Kulturanthropologin Janet Vertesi,<sup>9</sup> in denen sich kontinuierliche Erfahrungen durch medial geschaffene Räume offenbaren, schliesst die Lücken der Zeitläufe. Sie sollen im Folgenden sichtbar gemacht werden.

Zeit kann aus kulturanthropologischer Perspektive als eine Assemblage von Relationalitäten und Relativitäten begriffen werden. Sie erwächst aus miteinander zum Teil konfligierenden Gleichzeitigkeiten, Determinierungen und Vorstellungen vom Ewigen, Wiederkehrenden und Einmaligen. All diese Entitäten erlauben nur im Verhältnis zueinander gesetzt Aussagen darüber, was Zeit für den Menschen bedeutet, und müssen sich, da sie den Strukturen und Antistrukturen des Chronotopos<sup>10</sup> gehorchen, ergänzen. Menschlicher Sinn entsteht erst aus dem Zusammenspiel von Objekten und Subjekten, Ideen und Gegenständen in einem jeweiligen spatiotemporalen Kontext. Die Linearität des Erlebten ist oftmals bloss in der Konzeption und der Rückprojektion von Ereignissen Realität. Der Zeit der Menschen, Dinge und Umwelten lässt sich daher vor allem aufgrund der intrinsischen Multiplikation und Diversifikation von Lebensweltlichem annähern, indem man die Stockung bedenkt, hier einen Faden aufnimmt und dort mit einem vielleicht abgerissenen Faden verknüpft, Dinge benennt und in Vergleich setzt, um Muster und Strukturen von Assemblagen zu erkennen. Die Vielzeitigkeit des Gleichzeitigen macht deutlich, dass die Rhythmen, Läufe, Zyklen von Zeitlichkeit von Belebtem und Unbelebtem als relationale Gefüge erst durch die Pausen verstanden werden können, das Neue sie geradezu braucht: Denn wenn der Faden gerissen ist, stellt sich das Unbehagen ein, indem am Rande der Säumungen des Verstehens die Lücke aufklafft und zum Sprung der Erkenntnis angesetzt werden muss, weil sich sonst alles einem verstehenden Zugang entzieht.

## Gegen den Strom, für den Bruch

Wie also könnte ein Denken über Zeit und Zeitlichkeit aussehen, das die Pausen betont?

Perspektivwechsel auf die Interferenzen von Materialitäten und Menschen, die in Räumen zeitliche Relationen mit heterogenen Dynamiken ausbilden, insbesondere aber das Verständnis von Brüchen gaben zunächst Zugänge des rhizomatischen Denkens im Anschluss an Michel Foucaults Studien, sowie Gilles Deleuzes und Felix Guattaris Philosophie frei,<sup>11</sup> die nicht bloss die Sprache der Dinge in den Blick nehmen, sondern darstellen, wie Dinge selbst zu handelnden Akteuren in

9 Vertesi, Janet: Seamful Spaces: Heterogenous Infrastructures in Interaction. In: Science, Technology and Human Values 39/2 (1992), S. 264–284.

10 Bachtin, Michail: Chronotopos. Frankfurt am Main 2008. Der Chronotopos bezeichnet die sinnwerdende Raumzeitlichkeit der Menschen aus dem alltäglich Fragmentierten, setzt die Rahmung des sich stets diversifizierenden Ereigniswaldes, aus dem sich durch hermeneutisches Verstehen oder lebensweltlich durch einen verkörpert erfahrenen Alltag ein sinnhaftes Ganzes stiftet.

11 Deleuze, Gilles, Félix Guattari: Rhizom. Berlin 1977; Deleuze, Gilles, Michel Foucault: Der Faden ist

einem lebendigen Gewebe werden können. Das Verhältnis von Zeichen und Bezeichnetem stellt eines dar, das stets aus den Fugen geraten ist, weil die Sprache angesichts ihrer symbolischen Möglichkeiten ebenso eine in sich verweisende Folge von Zeichenräumen als ineinander gefaltete «Zeigräume» generiert. Medien tragen dabei zur Vervielfältigung des Dinglichen bei. Sie erwecken den Anschein, dass sie das, was ist, verändern, obwohl sich in ihnen bloss das zeigt, was sie selbst vermitteln können. In seiner Arbeit über die Medialität der Störung hat sich Markus Rautzenberg diesen Zeitproblematiken insbesondere am Beispiel des Films als Medium gewidmet.<sup>12</sup> Neben der Medienphilosophie entwickelte sich darüber hinaus ein interdisziplinärer Forschungsansatz, der als neuer Materialismus oder agentieller Realismus bezeichnet wird. Er verdeutlicht, dass Menschen Schnitte machen und Materie nicht einfach ist, sondern als etwas Aktives und Wandelbares begriffen werden muss, jede Erkenntnis einen Kollaps von Ereignisem mit sich führt, somit selbst Zeitakt ist und einen radikalen Bruch im Materiellen voraussetzt, um das, was gewesen ist, verstehen zu können.<sup>13</sup>

Wie sich daraus emotionale Zusammenhänge und Gemeinschaftsbildung konstituieren, wurde am Beispiel des Wartens intensiv beforscht, so etwa durch Stef Jansen, der dabei die Hoffnungen und Sehnsüchte von Menschen in Sarajevo in den Blick nimmt.<sup>14</sup> Durch solche Analysen werden die Lücken im Verlauf sichtbar und erlauben, anthropologische Zeitlichkeit zu denken. Ein Blick auf die Störung ermöglicht, dass eine empiriegeladene Studie über konzeptgetriebene Ansätze, wie etwa den neuen Materialismus, die Akteur-Netzwerk-Theorie oder die Anthropologie der Zeitlichkeit, hinausgeht und zur Frage gelangen kann, wie Zeit und Zeitlichkeit im digitalen Zeitalter am Beispiel soziotechnischer Arbeitszusammenhänge gedacht werden muss. Ein Zugang über die Pause begreift das Erlebnis der Störung als Teil der menschlichen Erfahrung an sich, der eben deshalb nicht unterrepräsentiert bleiben darf.

gerissen. Berlin 1977; Masny, Diana: Rhizoanalytic pathways in qualitative research. In: *Qualitative Inquiry* 19/5 (2013), S. 339–348.

- 12 Rautzenberg, Markus: *Die Gegenwendigkeit der Störung. Aspekte einer postmetaphysischen Präsenztheorie*. Zürich 2009.
- 13 Barad, Karen: *Meeting the Universe Halfway. Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning*. Durham 2007; Bennett, Jane: *Vibrant Matter. A Political Ecology of Things*. Durham 2010; Braidotti, Rosi: *The Posthuman*. Cambridge 2013; Clough, Patricia Ticineto: *Future Matters. Technology, Global Politics, and Cultural Criticism*, *Social Text* 22 (2004), S. 1–23, 2004; Kirby, Vicky: *Quantum Anthropologies. Life at Large*. Durham 2011; Dippel, Anne, Arne Harms, Lukas Mairhofer: *When infrastructures fall apart – cuts and ruptures in STS*, Panel auf dem 4S Annual Meeting 2019 in New Orleans, [www.academia.edu/38001951/CfP\\_4S\\_panel\\_When\\_infrastructures\\_fall\\_apart\\_-\\_cuts\\_and\\_ruptures\\_in\\_STS\\_New\\_Orleans\\_2019](http://www.academia.edu/38001951/CfP_4S_panel_When_infrastructures_fall_apart_-_cuts_and_ruptures_in_STS_New_Orleans_2019) (17. 5. 2019).
- 14 Jansen, Stef: *Yearnings in the Meantime. «Normal Lives» and the State in a Sarajevo Apartment Complex*. New York 2015; Manpreet K. Janeja, Andreas Bandak: *Ethnographies of Waiting. Doubt, Hope and Uncertainty*. New York 2018; Mondragón, Liliana, Martha Romero, Cheryl Cherpitel: *Ethnography in an emergency room: Evaluating patients with alcohol consumption*. In: *Salud publica* 50/4 (2008), S. 308–315; Rest, Matthäus: *Dreaming of Pipes. Kathmandu's long delayed Melamchi water supply project*. In: *Environment and Planning C: Politics and Space*, 30. 8. 2018, o. S., <https://doi.org/10.1177/2399654418794015> (6. 1. 2019).

Insofern möchte ich im Folgenden meine Überlegungen durch eine ethnografische Rhythmusanalyse veranschaulichen, die nicht auf den Fluss, sondern auf die Pausen, aber auch Synkopen und die damit verbundenen Neutaktungen von Erkenntnisverläufen fokussiert ist. Ausgehend von Studien aus dem Bereich der Science- und Technology-Studies, die sich mit temporalen Dissonanzen befassen,<sup>15</sup> konzentriere ich mich, neben den eingangs aufgerufenen Bugs und ihren medialen Materialitäten, auf zwei weitere Kategorien des Materiellen: den Widerstand der Dinge als Ergebnis unberechenbarer Zufälle und den Widerstand des Materiellen als konstitutives physikalisches Problem. Welche Strategien der Füllung von Lücken, des Überbrückens und der Verhinderung von Zusammenbrüchen unternehmen Menschen in ihrem Arbeitsalltag? Wie trägt das Verständnis von Zeit, die ins Stocken geraten ist, weil etwas nicht funktioniert, zum anthropologischen Denken über Zeitlichkeit bei?

Im vorliegenden Beitrag analysiere ich Daten, die ich in einer laufenden Feldforschung am CERN erhoben habe.<sup>16</sup> Die hieran gewonnenen Einsichten spiegeln das symbiotische Zusammenleben von Menschen und Experimentalsystemen wider, sind geprägt durch Physik, Informatik und das Ethos der Wissenschaft. In dieser «dichten Gemeinschaft» wird die Verschränkung von Zeitlichkeit und Materialität durch das gemeinsame Arbeiten innerhalb eines grossen Apparats sichtbar. Aber die Probleme, die ihnen in den brüchigen Infrastrukturen entgegentreten, begegnen uns allen, sei es, wenn eine Website nicht funktioniert, weil sie einen Bug hat oder an der Frankfurter Börse eine Leitung unterbrochen ist. Beides hat eine plötzliche Auswirkung auf den jeweiligen Alltagsrhythmus. Die hier beobachteten Phänomene lassen sich somit grösser oder kleiner skalieren und auf andere Bereiche übertragen.

## Feldzeit und Lebenszeit

Seit Herbst 2013 sammle ich auf der Basis von teilstrukturierten Interviews, teilnehmenden Beobachtungen in Onlinegruppen ebenso wie vor Ort durch die Analyse von Chatprotokollen und E-Mail-Austausch Daten zu den anthropologischen Dimensionen und materiellen Bedingungen von miteinander verschränkten Zeitlichkeiten am CERN, dem grössten europäischen Zentrum für teilchenphysikalische Forschung. Die Fragen, wie das Verhältnis von Zeit, Raum und Materie in der Physik hergestellt und gedacht wird, welche Relationen zwischen Beobachter und Beobachtetem sichtbar werden, haben mich dabei anfangs in das Feld eingeführt und begleiten mich bis heute. Von der Beforschung der physikalischen

<sup>15</sup> Jackson et al. (wie Anm. 1); Star (wie Anm. 2).

<sup>16</sup> Das Projekt ist Teil meines Habilitationsvorhabens und wurde über die Jahre hinweg von verschiedenen Institutionen gefördert, unter anderem der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen der Exzellenzinitiative am Cluster Bild – Wissen – Gestaltung der Humboldt-Universität zu Berlin, dem Institute for the Advanced Studies of Media Cultures and Computer Simulations der Leuphana Universität Lüneburg, der Humboldt Graduate School und durch meine Beschäftigung als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Volkskunde der Friedrich-Schiller-Universität Jena.



Kultur erhoffe ich mir, ein besseres Verständnis anthropologischer Bedingungen der Zeit- und Raumerfahrung zu gewinnen, insbesondere mehr Verständnis für das Wechselspiel von aktiver Materie, nicht menschlichen Akteuren einerseits und menschlichen Handlungen andererseits zu erlangen, um Menschen und ihr Miteinander aus kulturanthropologischer Perspektive besser analysieren zu können und der Kategorie des Ontologischen gerecht zu werden, ohne dabei die Zeitgebundenheit und Vergänglichkeit als existenziell drängendsten Aspekt menschlichen Daseins zu vernachlässigen.

Zum Verständnis meiner Materie arbeite ich mich seither in physikalische Diskurse ein. Dabei hoffe ich auch auf Rückkopplungseffekte durch die Beschäftigung mit ebenjener Wissenschaft, die sich selbst das Verständnis von physikalischen Phänomenen der «Natur», sogar der Emergenz von Raum, Zeit und Materie zum Ziel gesetzt hat. So besuche ich Vorlesungen und Seminare, diskutiere regelmässig physikalische Papers und verfolge aktuelle Debatten innerhalb der Physik. Wie lässt sich in der Physik Zeit als relationales Phänomen im Verhältnis zu Raum und Materie verstehen? Welche Materie bringt was für eine Konzeption von Zeit mit sich und wie ist der jeweilige Raum beschaffen, in dem das physikalisch Beobachtbare seinen Platz findet? Solche metatheoretischen Fragen treiben meine Forschung voran. Zum Verständnis der inhärenten naturphilosophischen Probleme sind in den vergangenen Jahren neben unzähligen Gesprächen, die sich im Alltag vor Ort ergaben, über 90 Interviews entstanden, deren Transkriptionen und im Feldtagebuch festgehaltenen Gesprächseindrücke die von mir gewonnenen Erkenntnisse durch den in Feldforschung erlebten Alltag abrunden.

Durch die Teilnahme an verschiedenen Experimenten des CERN, die mehr als zweijährige Mitarbeit im Bereich der theoretischen Physik der Humboldt-Universität zu Berlin, durch Besuche am Wiener Institut für Physik, Doktorandenwochenenden von Kollaborationen, die Besichtigung von zehn physikalischen Experimentallaboren etwa am MIT und an der Harvard-Universität in Cambridge, Massachusetts, oder den Laboren des Deutschen Elektronen-Synchrotrons (DESY) in der Helmholtz-Gemeinschaft Hamburg sowie in Zeuthen und durch die damit verbundenen Fachgespräche auf den Labtours erhielt ich einen Eindruck unterschiedlichster kollaborativer Zusammenhänge. Ich beobachtete kleine Denkkollektive,<sup>17</sup> aus zwei Personen bestehend, besichtigte mittlere Kollaborationen, die bis zu 30 gleichzeitig beschäftigte PhysikerInnen umfassen, und verbrachte über sechs Monate bei Grosskollaborationen von mehr als 2500 MitarbeiterInnen. Dieser vergleichende Blick, begleitet von der Lektüre der zentralen Fachliteratur zum Thema, etwa die Studien Karin Knorr-Cetinas oder Sharon Traweeks,<sup>18</sup> erlaubte mir inzwischen, Besonderheiten des Zusammenarbeitens, zentrale Aspekte der

17 Fleck, Ludwik: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. Frankfurt am Main (1935) 1980.

18 Traweek, Sharon: Beamtimes and Lifetimes. The World of High-Energy Physics. Cambridge, MA, 1988; Knorr-Cetina, Karin: Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaft. Frankfurt am Main 1984; dies.: Epistemic Cultures. How the Sciences Make Knowledge. Cambridge, MA, 1994; Latour, Bruno, Steve Woolgar: Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts. Princeton, NJ, 1986.

Gestaltungsprozesse, epistemologische und medientheoretische Probleme der Computersimulation und die Bedeutung insbesondere ludischer Strukturen für physikalisches Forschen zu untersuchen.<sup>19</sup>

Sharon Traweek schreibt in ihrer Arbeit über «beamtimes» und «lifetimes» und verweist darauf, wie die Datennahme und der Lauf der Protonenbeams in den Beschleunigern mit den Lebensläufen der PhysikerInnen verschränkt sind. In Analogie dazu möchte ich von Feldzeit und Lebenszeit sprechen: Meine Arbeit war und ist seit Beginn meiner Feldforschung stets durch ein Zusammenleben mit PhysikerInnen geprägt, bei denen ich vor Ort übernachten kann und mit denen ich gemeinsame Abende ebenso verbringe wie das Mittagessen teile, seit Längerem in Chatgruppen und sozialen Netzwerken und darüber hinaus auch freundschaftlich verbunden bin. Die Besuche sind eng an die Laufzeiten des Teilchenbeschleunigers Large Hadron Collider (LHC) gekoppelt, so wie die Zeiterfahrungen meiner GesprächspartnerInnen. Vermutlich eine der schönsten Geburtstagsfeiern meines Lebens habe ich im Jahr 2017 von PhysikerInnen geschenkt bekommen und nicht ohne Ironie, aber auch in der Hoffnung auf eine gewisse Anerkennung fragte mich an dem Abend ein Physiker, ob jemals eine Anthropologin von ihrem Feld eine solche Geburtstagsfeier ausgerichtet bekommen habe. Für mich konnte und kann es darauf nur eine Antwort geben, aber das liegt natürlich auch an der innigen Komplizenschaft, die mich inzwischen mit meinem Feld und den es bewohnenden Subjekten verbindet, die weit über reine Forschungsinteressen hinausgeht und deren emotionales Spektrum für mich von Zuneigung, Hingabe und Bewunderung über Unverständnis bis hin zu Wut und Ablehnung reicht, also nahezu alle Züge einer Beziehung trägt. Über die Jahre hinweg bin ich nicht bloss verständiger, sondern auch älter geworden und mit meinen GesprächspartnerInnen gereift. Es gab dunkle Tage, an denen mich nichts anderes gehalten hat als dieses Feld, und so verbindet mich mit seinen Menschen, wenn ich über sie nachdenke, eine unbeschreibliche Dankbarkeit und neben allen Reibungen ein Gefühl des Glücks, das ich nicht ohne Misstrauen in meine Reflexionen mit einbeziehe.

19 Dippel, Anne: Das Big Data Game. Zur spielerischen Konstitution kollaborativer Wissensproduktion in der Hochenergiephysik am CERN. In: NTM. N. S. Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin 4 (2017), S. 485–517; Dippel, Anne, Lukas Mairhofer: Zur Generierung von Präzision des Messbaren und Unberechenbaren in Physik und Anthropologie. In: Matthias Bruhn (Hg.): Bilder der Präzision. Praktiken der Verfeinerung in Technik, Kunst und Wissenschaften, Bildwelten 2 (2018), S. 83–94; dies.: Muster und Spuren. Bilder von Interferenzen und Kollisionen im physikalischen Labor. In: Spuren. Erzeugung des Dagewesenen, Bildwelten 1 (2017), S. 66–77; Dippel, Anne, Martin Warnke: About Waves, Particles, Events, Computer Simulations and Ethics in Quantum Physics. In: dies. (Hg.): Interferences/Events. On epistemic Shifts in Physics through Computer Simulation, Lüneburg 2017, S. 9–20; Dippel, Anne, Hans Drevermann, Andreas Salzburger, Konrad Scheurmann: Bildstrategien am CERN – Ein Fachgespräch über das Sichtbarmachen des Unsichtbaren. In: Konrad Scheurmann, André Karliczek (Hg.): Gesprächsstoff Farbe. Beiträge aus Wissenschaft, Kunst und Gesellschaft. Wien 2017, S. 236–245.



## Im Anfang war der Bruch

Der Large Hadron Collider ist das Prestigeobjekt des CERN. In den täglichen Touren für BesucherInnen erklären die vor Ort arbeitenden ForscherInnen – die Cernerinnen und Cerner – oft, dass der LHC eine Zeitmaschine sei, denn die Teilchenkollisionen gäben Aufschluss über den Zustand des Universums vor 1,3 Milliarden Jahren, seien mithin kleine Big Bangs, kündeten somit von einer Zeit, die sich aus unseren menschlichen Dimensionen verstanden nur als Ewigkeit vorstellen lässt. Das aus supraleitenden Magneten und flüssigem Helium bestehende Beschleunigungsgerät für Protonen ist in eine 27 Kilometer lange unterirdische Ringhöhle eingebaut. An vier gegenüberliegenden Stellen befinden sich die Detektoren mit den Namen Alice, LHCb, ATLAS und CMS. Diese Detektoren sammeln von kollidierenden Teilchenpaketen Daten, die dazu beitragen sollen, den Aufbau der kleinsten Elemente des Kosmos zu verstehen. Auf der Erdoberfläche über dem LHC befinden sich im schweizerisch-französischen CERN-Gelände, einige Dörfer, etwas Wald, Weinberge und Ackerbaugebiete. Die Institution wurde 1954 gegründet und dient Universitäten aus der ganzen Welt als Experimentierstätte für ihre Forschungen. Von den USA über Indien bis Japan, von Österreich bis Australien und von Südafrika bis Norwegen haben Forschende hier die Möglichkeit, sich mit den Eigenschaften von Materie und Antimaterie auseinanderzusetzen. Einmal wohnte ich einem Gespräch einer Inuit aus Alaska und eines Schwaben aus Südwestdeutschland während des Mittagessens bei, die ihr Konzept von «tribe» miteinander teilten und zur Gemeinschaft der PhysikerInnen am CERN gehörten. Etwa 10 000 Menschen arbeiten in dortigen Laboren und Büros, treffen sich zu Meetings, essen gemeinsam im Restaurant zu Mittag oder sitzen alleine an ihren Computern. Von Frühling bis Herbst nutzen viele für informelle Gespräche zum Beispiel die Terrasse der Cafeteria des CERN-Restaurants mit dem einfachen Namen R1.

Am Rand dieser Terrasse steht als Schauexemplar einer der grossen supraleitenden Magnete des LHC, auf den das Motto des CERN gedruckt ist: «Accelerating science». Die Magneten ermöglichen es, dass die Protonenpakete nahezu ohne Energieverlust in Lichtgeschwindigkeit dahingleiten können. Dahinter thront der mächtige Montblanc, stete Erinnerung daran, dass der Mensch im Vergleich zu den Bergen doch nur kurze Zeit auf dieser Erde verweilt. Bei gutem wie bei schlechtem Wetter posieren dort Besuchende aller Art, um ein Erinnerungsbild aufzunehmen, was ihnen in Zukunft bezeugen wird, dass auch sie hier gewesen sind, dabei Einblicke in die grösste Maschine gewonnen haben, die für die physikalische Forschung im Bereich der hochenergetischen Teilchenphysik bisher erbaut wurde.

Es ist beinahe undenkbar, dass die Platzierung dieses supraleitenden Magneten vor der Kulisse des Montblancs nicht gewollt gewesen sei – halb Ausdruck von Bescheidenheit, halb Ausdruck von Hybris. Denn nichts weniger als wagemutig ist der Versuch, der hier in den unterirdischen Höhlen der Erkenntnis unternommen wird: Die Frage nach dem Ursprung des Kosmos steht im Raum. Es werden Protonenpakete auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und zur Kollision gebracht, es ist dort unten kälter als im Rest des Universums. Die Maschinen neh-



Anne Dippel: Die Schraube, der Marder und der Bug

Abb. 1: R1-Terrasse und Schaumagnet. Foto: Anne Dippel 2016.

men von diesen Kollisionsereignissen präzise Daten. Sie dienen dazu, die Natur auf granularer Ebene zu verstehen, um Einblicke zu erhalten, die sich unseren schwerkraftunterworfenen, sinnsensiblen Körpern notwendigerweise entziehen und Geheimnisvolles über die Natur preisgeben, von Zusammenhängen kündend, die unser Verständnis bei weitem zu übersteigen scheinen und allein mathematisch in exakter Weise vermittelbar sind.

Damit die Wissenschaft sich beschleunigen kann, muss alles nach Plan laufen. Aber jede Relation von Dingen birgt zugleich eine mögliche Bruchstelle und oft machen schon die kleinsten Gegenstände den grössten Plänen und kollektiven Anstrengungen einen Strich durch die Rechnung, so auch gleich zu Beginn der ersten Laufzeit des LHC.

Im Vorfeld der Inbetriebnahme war schon eine Debatte darüber entbrannt, ob durch die Experimente schwarze Löcher hervorgebracht werden könnten. Sie bescherte der Institution unfreiwillig zweifelhaftes Renommee unter VerschwörungstheoretikerInnen. Einige fürchteten, dass hier eine Energiedichte entstehe, die schwarze Minilöcher produziere und uns Menschen, die Erde und vielleicht gleich das ganze Universum verschlinge. Bis in die Nachrichten der grossen Rundfunk- und Fernsehanstalten gelangte diese Sorge, in der zum Ausdruck kam, dass das Spiel mit dem Materiellen selbst zum vollständigen Bruch mit unserem «Naturvertrag» führen, ein Ende mit dem ganzen All überhaupt machen könne. Die Gemeinschaft

der im Selbstbild oft als schüchtern wahrgenommenen Physikerinnen und Physiker musste sich entsprechend einer neuen Aufmerksamkeit stellen. James Gillies führt in dem Magazin, das Cernerinnen und Cerner selbst lesen, in Bezug auf ein anderes Ereignis aus: «The great adventure that is the LHC has caught the public's imagination, and there's a great thirst for information about what we're doing.»<sup>20</sup> Als dann ausgerechnet der Bruch den Anfang des Experiments markierte und die Beamzeit ins Stocken geriet, war die Öffentlichkeit für die Möglichkeit des Versagens von Wissenschaft selbst bereits sensibilisiert. Das Ereignis zwang den LHC etwa ein Jahr lang zur Pause. Es erlaubt, das Zusammenspiel von Handwerk, Wissenschaft und Technik zu veranschaulichen und die Bedeutung des Unvorhersehbaren in einem so durchgeplanten Projekt wie dem LHC als Teil des Unterfangens zu begreifen.

## Der Widerstand des Gegenständlichen

Laut CERN liegt die grösste Herausforderung beim Betrieb von supraleitenden Magneten in der Vermeidung eines sogenannten *quench*. Er entsteht, wenn ein Supraleiter die kritische Temperatur lokal überschreitet und damit normalleitend wird.<sup>21</sup> Dann verwandelt sich die gespeicherte Energie in Wärme und Magneten können dabei beschädigt werden. Ursachen dafür sind fehlerhafte Veränderungen in der Magnetfeldstärke, durch supraleitende Kabel induzierte Kreisströme, thermische Spannungen, deponierte Strahlenenergie, Fehler im Kühlsystem oder, wie im Fall der Inbetriebnahme des LHC am 19. September 2008, eine falsche Verbindung, eine kleine Schraube, die nicht richtig angezogen war, wie GesprächspartnerInnen häufig erklärten. So kam es aufgrund einer «fehlerhaften Verbindungsstelle» zwischen Dipol- und Quadropolmagneten zu einem Kurzschluss, wodurch im Sektor 3-4 die Stromstärke auf 8700 Ampere anstieg.<sup>22</sup> Innerhalb von Sekunden entstand ein Lichtbogen, der ein Loch in Heliummantel und Vakuumisolierung schmolz. Das erwärmte Helium dehnte sich explosionsartig aus. Die Entlastungsventile hielten der Druckwelle nicht stand, sodass sich tonnenschwere Magnete aus den Verankerungen sprengten. Am Ende mussten 53 Magneten ausgetauscht oder repariert werden.

Frühwarnsysteme wurden nach dem Unfall eingebaut; die Analysegruppen und Datennahmegruppen hatten durch die Verzögerung Zeit geschenkt bekommen. Die Gegenständlichkeit der Materie stellt den mathematisch gesponnenen wissenschaftlichen Visionen einen Widerstand entgegen; die Zeitlichkeit des Materiellen hebt die Vorstellungen eines kontinuierlich verlaufenden Plans aus den Angeln. Jene radikale Diskontinuität, die sich aus dem Widerstand der Materie,

20 Gillies, James: The Truth about Birds and Baguetts. In: CERN Bulletin, 16. 11. 2009, <https://cds.cern.ch/journal/CERNBulletin/2009/47/News%20Articles/1221806> (3. 11. 2018).

21 Der Energieinhalt des Magnetfelds, den die supraleitenden Magnete des LHC und die Detektoren besitzen, ist sehr hoch, am höchsten im Fall des CMS-Detektors. Die weltweit grösste supraleitende Zylinderspule erreicht einen «Energieinhalt» von 2,5 Gigajoule und liefert damit ein Magnetfeld von 4 Tesla. Zum Vergleich: Mit dieser Energie könnten 18 Tonnen Gold auf einmal eingeschmolzen werden, [www.lhc-facts.ch/index.php?page=magnetfeld](http://www.lhc-facts.ch/index.php?page=magnetfeld) (3. 11. 2018).

22 Ebd., aufgrund der technischen Präzision auch im Folgenden nah am Quellentext referiert.

dem Gefüge von Produktionsbedingungen ergibt, tritt zutage, weil eine Schraube nicht richtig sitzt. Durch sie wird erst deutlich, dass eine auf Kausalität aufgebaute, historistische Konzeption von Welt sich in ewigen, überhistorischen Vorstellungen sich wiederholender, monumentalistisch operierender Strukturen stets verlieren muss.<sup>23</sup> Historistische und positivistische Argumentationen sind demnach auch nicht in der Lage, die Metamorphosen und jeweilige Morphologie der Zeit in den Blick zu nehmen, weil in ihnen die Brüche zumeist heroisiert und nicht normalisiert werden. Erst der Widerstand des Gegenständlichen verdeutlicht das Wesen historischer Zeitlichkeit: die Erfahrung des Ereignisses durch das Erlebnis der Pause. Die Verkantungen einer Schraube untergraben die besten Pläne und führen so zum Unvorhersehbaren. Der Bruch erlaubt, eine Anatomie des Akteurnetzwerks vorzunehmen, macht die Fragilität des Systems transparent und zeigt, wie sich hier Lebenszeiten umkodieren, weil an einer Stelle ein Loch in die Materialität gerissen wird und so die Beamzeit des LHC zwangsläufig verschoben worden ist. Mit der Schraube hatte niemand gerechnet und doch war sie seither als Möglichkeit im Sinne eines Risikomanagements, das «unknown unknowns» einbezieht, mitgedacht. Die Leerstelle lehrte die Kollaboration.

Das Unerwartbare hat den LHC auch in Form von tierischen Ereignissen getroffen. So soll ein Vogel im November 2009 Baguettstücke in einen der Luftschächte des LHC geworfen und damit einen Kurzschluss ausgelöst haben. Das CERN Press Office war im Nachgang zu diesem Vorfall darum bemüht, die Dinge ins richtige Licht zu rücken, Senior Communication Advisor James Gillies verfasste kurz darauf einen Artikel im *CERN Bulletin*:<sup>24</sup> «Last week, a power cut caused by a malfunction in an electrical substation made headlines around the world. Such things happen all the time and the media rarely take notice, but this one was different. The substation in question was one that supplied part of the LHC's cryogenic systems, and the media spotted it instantly [...] To this day, we do not know what caused the power cut, but it is true that feathers and bread were found at the site.» Der Autor verweist auf eine Sensationen zugewandte mediale Öffentlichkeit, die gleich einer mittelalterlichen Marktplatzgesellschaft ein grosses Interesse am CERN hegt und in ein schockartiges Gelächter verfällt,<sup>25</sup> das gleichermassen Verehrung und Verachtung des Übergrossen, mithin Transzendentalität Verkörpernden, ausdrückt. Im letzten zitierten Satz vergegenwärtigt Gillies den LeserInnen die spekulative Aura, die die Lücke und die detektivische Anstrengung stets umgibt.

Man sieht an dieser Quelle, wie die Qualität des Materiellen, Brüche im Experimentieren auszulösen und Pausen im Grossplan zu erzwingen, als etwas Alltägliches in der physikalischen Praxis gedacht wird, das aber erst dann grössere Aufmerksamkeitskreise ziehen kann, wenn der Zufall sich ereignet und dann in Zeiten des Digitalen natürlich nicht bloss in den Kantinen und Fluren des CERN zur allgemeinen Heiterkeit beiträgt. Die Störanfälligkeit der Forschungspraxis stellt

23 Vgl. Benjamin, Walter: Über den Begriff der Geschichte. In: ders.: Gesammelte Werke, Bd. I/2, hg. von Hermann Schweppenhäuser, Rolf Tiedemann. Frankfurt am Main 1975, S. 693–704.

24 Gillies (wie Anm. 20).

25 Bachtin, Michail: Rabelais und seine Welt. Volkskultur als Gegenkultur. Frankfurt am Main 1995.



durch die Fragilität der Materialität eine experimentelle Normalität dar. Der Bruch ist das Übliche, die Falsifikation ist der Standard – auch deshalb wird das Gelingen, der Fund in aussergewöhnlicher Weise gefeiert, was sich am CERN durch eine Reihe von trophäenartig ausgestellten Sektflaschen im LHC-Control-Center zeigt, die auch bereits ins Kreuzfeuer des Press Office geraten sind und gegen deren Dezimierung sich nun die dort beheimatete Gemeinschaft zur Wehr setzen muss.

Im April 2016 musste das CERN einen weiteren kurzen Ausfall verkraften, als ein Steinmarder den LHC zum Erliegen brachte, weil er an einen 66-Kilovolt-Transformator geriet. Inzwischen nahmen es die ForscherInnen mit Humor, sie selbst bezeichneten den Marder als ein «highly conducting animal» und nicht wenige freuten sich über die Atempause in der Produktionsmaschinerie, die ihnen das Tier durch seinen Tod vergönnte. Das ausgestopfte *Martes foina* wird seit Anfang 2017 im Rotterdamer Naturhistorischen Museum ausgestellt. Das *multispecies entanglement*<sup>26</sup> am CERN lässt sich ironisch resümiert durch Störungen bestimmen – abgesehen von den Schafen, die das Gras auf dem Gelände kurzhalten und deren Präsenz willkommene Ablenkung vom Arbeitsalltag an den Computern schenkt.

## Kristalle im Kalorimeter – Synchronisierung von Brüchen

Wenn der Beam einmal läuft und die Protonen nahezu in Lichtgeschwindigkeit zirkulieren, die Daten genommen werden können – was inzwischen im Übrigen die Regel ist –, werden die Teilchenpakete gegenläufig zur Kollision gebracht, deren jeweilige Trajektorien dann in den verschiedenen Detektorlagen aufgezeichnet werden. Dabei gilt es, das Materielle zu synchronisieren und Präzision herzustellen. PhysikerInnen am CERN haben von ihrer Zeit der Ausbildung als DoktorandInnen bis hin zu jener Zeit, in der sie zentrale Funktionen bekleiden, stets eine Bandbreite von Aufgaben zu erfüllen. So etwa auch Raimundo Peireira.<sup>27</sup> Der ursprünglich aus Portugal stammende Physiker arbeitet für CMS und hat seit kurzem eine Dauerstelle als Staff-Mitglied. Er befasst sich in seiner Analyse mit dem Verständnis fundamentaler Teilchen, genauer genommen des Higgs-Boson und des Top-Quark, ist aber auch für technische Belange tätig, indem er sich mit dem Upgrade des CMS-Detektors beschäftigt, der nach neun Jahren Laufzeit inzwischen Materialschwächen aufweist. Ab 2026 soll das auf insgesamt 30 Jahre angelegte Projekt noch höhere Energien und genauere Messungen erbringen. Zu diesem Zweck müssen die einzelnen Messungslagen mit neuen Materialien ausgestattet werden. Raimundo Peireiras Aufgabe besteht darin, an einem Projekt als Führungskader zu arbeiten. Seine Arbeit ist auf die letzte Laufphase des LHC ausgerichtet. Ziel ist, dass 2026 die höheren Energien auch wirklich ausgeschöpft werden können. Zeitgleich leistet er dazu noch Arbeit an der Auswertung von Daten, koordiniert und

26 Kirksey, Eben, Stefan Helmreich: «The Emergence of Multispecies Ethnography». From the Editorial Office, Cultural Anthropology website, 14. 6. 2010, <https://culanth.org/fieldsights/277-the-emergence-of-multispecies-ethnography> (3. 11. 2018).

27 Interview vom Februar 2018.

analysiert gemeinsam mit und in Gruppen. Für ihn dreht sich im Hinblick auf die Zukunft alles um die neue Materialität des Kalorimeters.

Wir sitzen in seinem kargen Büro im Building 40, dem Hauptgebäude von ATLAS und CMS, das er gerade bezogen zu haben scheint, jedenfalls findet sich hier nicht viel mehr als sein Laptop, der auf dem holzimitatlaminierten Schreibtisch fast verloren wirkt, als ob er auf Abruf wäre, keine Spuren hinterlassen wollte. Peireira, braunes, leicht gelocktes kürzeres Haar, Anfang 40, Familienvater, spricht sanft, leise, bedacht. Er erklärt mir alles so klar, dass ich den Eindruck gewinne, es zu verstehen. Im Laufe meiner Feldforschung habe ich gelernt, dass das immer ein Zeichen für einen sehr guten Physiker oder eine sehr gute Physikerin ist und nicht zwangsläufig mit meinem irgendwie gewachsenen Verständnis der physikalischen Zusammenhänge zu tun haben muss: «We have to replace one of the calorimeters, which is dying», sagt er. Und weiter: «Basically it suffers so much from the radiation over the years that it has been working, that the crystals – it is made out of crystals – are losing their transparency. And after some years they are not efficient to collect the light and to get signals out of it, so we simply have to replace it with something, which is more resistant against radiation. And that is something that needs to be installed in some years from now.»

Der Chronotopos der Physik ist paradox. Er zwingt einerseits dazu, Zeit zu ökonomisieren und zugleich andererseits dazu, die Utopie zur realistischen Möglichkeit im Alltag zu machen. Raimundo Peireira selbst spricht über die Kristalle, als seien sie animiert. Sie arbeiten. Sie haben eine Lebenszeit. Sie sind dabei zu sterben, ihre Transparenz nimmt ab. Währenddessen ist es die Arbeit der PhysikerInnen, Verbindungen herzustellen oder Schnitte zu machen, zu sammeln, Signale zu empfangen, die Kristalle in Zukunft durch etwas zu ersetzen, das resilienter ist gegen die Abnutzung durch Strahlung, das den extremen Bedingungen über einen längeren Zeitraum standhält. In den nächsten Jahren muss er sich mit bisher ungelösten Fragen beschäftigen, insbesondere geht es hier um Probleme der Synchronisierung. Das neue Kalorimeter soll zeitsensibel messen können und Raimundo Peireira soll die Lücke zwischen Möglichem und Gewolltem schliessen, um eine «präzise Nutzung der Zeit zu ermöglichen». Peireira erklärt: «For the new calorimeter we make use of the precise timing measurement. [...] So far we do not make use of the timing information as much as we are thinking to use in the future. Because this all comes from the fact – we collide protons, but not single protons, there are several collisions happening at the same time. If you have a precise timing measurement, you can say, this energy deposit belongs to this collision or to another collision, so you can distinguish from where actually the energy deposit is coming from. And so far the level of number of protons colliding at the same time, is very small. There is not such a need to make precise usage of time. But in the future, when we have 140–200 simultaneous collisions, it starts to become more relevant to do the time tagging to reject things, which do not interest us. In the end we are just looking for a few processes that interest us, the rest is just junk that we need to get rid of.»<sup>28</sup>

28 Interview Raimundo Perreira im Februar 2018. Als *time-tagging* bezeichnet Raimundo Peireira den



Gleichsam als ob sich Reinhart Kosellecks Konzept des Erfahrungsraums und Erwartungshorizonts im physikalischen Alltag versinnbildlichen würde, bestimmt hier das dynamische Verhältnis dessen, was als Wirklichkeit begriffen werden kann und was sich als Möglichkeit durch das Erlebte oder Denkbare abzeichnen möge, den gegenwärtigen Handlungsraum. Jede Mikrohandlung Peireiras verweist auf unmittelbare Zukunft und zielt auf die mittelfristige Zukunft.<sup>29</sup> Die Störung selbst ist Anstoss für sein wissenschaftliches Forschen. Es handelt sich präzise gesprochen um eine algebraische Multiplikation von Zeithorizonten, bei der verschiedene materielle, mediale und praxeologische Dimensionen miteinander in Beziehung stehen, anstatt dass sie als Zustände summierter Addition gedacht werden könnten,<sup>30</sup> eben weil sie auf der Raumzeitachse eines kontinuierlichen Chronotopos angeordnet sind.

Das Verständnis der Materie und die genaue Kenntnis ihrer jeweiligen Zeitlichkeit, der Rhythmen und Räumlichkeiten, die sie abverlangt, tragen dazu bei, dass sich der Alltag im Hier und Jetzt verwandelt. Weil es selbst die Ausdehnung der Erkenntnisgrenzen stört, erlaubt das Materielle die Entdeckung neuer Lösungen, produziert am CERN das, was in den Arbeitsgruppen von ATLAS und CMS *action items* genannt wird, was die Einheiten der Deadlines ausmacht, welche die *action coordinators* in der Praxis verwalten – während ein akutes Problem schon dringend eine Lösung benötigt, selbst wenn es in Zukunft erst relevant wird, kann ein anderes als *premature optimization* gehandelt werden, das heisst, es wäre ein Fehler, über dieses technische Problem schon jetzt nachzudenken, wenn auf dem Weg dahin noch so viele andere Lösungen gefunden werden müssen. Hören wir Peireira noch einmal zu: «The calorimeter will have many cells, several millions of cells, and the question is, how do you guarantee that you distribute the clock along those cells, such that it is precise enough so that you have the detector fully calibrated, not that every cell is fluctuating in their time measurement. And this is where I, we, have no clue. But we have some years ahead. Usually you have a central clock provided by the LHC machine, and you have to distribute it to every signal cell. But the amount of fillers that you put in between, and the distribution of the signals produce some fluctuation in the signal itself, and this is hard to control. Especially, when the area where you have to distribute the clock is very large, and we are talking about several meters with several one centimeter cells, that have to receive the signal at the same time without having a fluctuation from cell to cell.»

Während des eineinhalbjährigen Wartungsstopps, ein bewusst gesetzter Schnitt im Experiment, soll das Problem gelöst werden. Die Brüche in den Leitungen produzieren auf der Ebene der Hardware also Erkenntnislücken, die sich auf

Vorgang, einem spezifischen Ereignis jeweilige Zerfallsprozesse zuzuordnen und so nicht bloss die Einschläge in die Zerfallskanäle aufzuzeichnen. Er macht hier zugleich deutlich, dass nur ein Bruchteil des Aufgenommenen tatsächlich interessiert. So wird in der Regel nur ein Prozent der Daten aufgezeichnet. Viele Kollisionen sind nicht weiter relevant, sie erscheinen verstanden und produzieren ein Rauschen, das es schwer macht, die relevanten Prozesse zu analysieren.

29 Koselleck, Reinhart: Erfahrungsraum und Erwartungshorizont. In: ders.: *Vergangene Zukunft. Zur Semantik geschichtlicher Zeiten*. Frankfurt am Main 1979, S. 349–377.

30 In Abgrenzung von und Anlehnung an Ssorin-Chaikov (wie Anm. 6).

der Ebene der experimentellen Praxis manifestieren, erzwingen das Denken von Zukunft und eine damit verbundene innere Haltung zu ihr. Die Situation verweist auch auf ein medienarchäologisches Problem. Die Trennung von digital und analog, von diskreten Signalen wird schon durch die Leitfähigkeit von Materialien, durch Schaltstellen selbst von zufälligen Fluktuationen der Grundspannung gestört. Das führt bei den Präzisionsmessungen am LHC zu Ungenauigkeiten. Sie gefährden das Ziel des Projekts, das darin besteht, Naturmessungen vorzunehmen, von der jede einzelne als reines Ereignis gedacht werden muss.<sup>31</sup> Sie sind Spiegel dessen, woraus die Welt auch nach Auffassung des Quantengravitationstheoretikers Carlo Rovelli gemacht ist: von Ereignissen nämlich, die jeweils einen Möglichkeitsraum kollabieren lassen und neue Signaturen von physikalischer Natur preisgeben. Daher erklärt Peireira: «There is some random behavior intrinsic to the electronics. Instead of measuring precisely, like at one second, you measure 1 plus-minus 30 picoseconds. Which is very small, but it is at the level of the electronics noise. And as it's a random behavior it means you have to try to reduce the noise that you do not fluctuate too much in a cell. This will be a random behavior at a cell at the most drastic scenario. It is a challenge to review this per cell. Two cells can receive the clock from the cell source. The common bias will be already at the source. But when you have millions of cells, there is no way to have a single cable to split into millions. You have secondary splits. This is where the thing diverges. [...] We have thousands of crystals. But because we need finer granularity in the calorimeter, the number will explode by the factor of 100 basically.»<sup>32</sup>

Je granularer die Messung in der Physik aber, je feinkörniger das Materielle in den Blick genommen und je sensibler es aufgezeichnet wird, desto schwieriger scheint es, die Zeit selbst zu koordinieren. Die Störung im medialen Experimentalraum verwandelt sich ins konstitutive und damit unberechenbare Hauptcharakteristikum des Materiellen als Manifestierung von Zeitlichkeit selbst. Das Problem des Noise, der die synchrone Taktung des Kalorimeters destabilisiert, ermöglicht dann auf Dauer Erkenntnis. Synchronisierung und zufälliges Verhalten des Materials stellen derzeit unlösbare Probleme dar. Die Lösung taucht noch nicht im Erfahrungsraum auf, setzt aber den Erwartungshorizont und bestimmt die alltägliche Praxis. Raimundo Peireira lebt das, was der Wissenschaftshistoriker Hans-Jörg Rheinberger einmal als differenzielle Reproduktion bezeichnet hat.<sup>33</sup> Auch wenn jetzt noch keine Lösung in Sicht ist, kann die schrittweise Arbeit an dem Problem in der Zukunft zu einer unerwarteten Lösung führen. Das Wissen um die Verschiebung von Sinn ist experimentelles Erfahrungswissen. Zuversicht und Gelassenheit geht daher von vielen arrivierten ExperimentalphysikerInnen aus, gepaart mit feinem Humor. Es gehört zum *tacit knowledge* – zum impliziten Wissen – der Physik, sich auf die Zukunft zu verlassen und optimistisch zu sein, dass noch die grösste Erkenntnislücke geschlossen werden kann, selbst wenn die Überbrückung angesichts

31 Vgl. Zizek, Slavoj: Was ist ein Ereignis. Frankfurt am Main 2014.

32 Rovelli, Carlo: Die Ordnung der Zeit. Reinbek bei Hamburg 2018.

33 Rheinberger, Hans-Jörg: Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinbiosynthese im Reagenzglas. Frankfurt am Main 2006.

des Widerstands des Materiellen im Augenblick unüberwindbar scheint. Als ob die Prozesshaftigkeit der Forschungspraxis das Phänomen der quantenmechanischen Diskontinuität imitierte – schliesst ein Ereignis einen Möglichkeitsraum und öffnet zugleich einen neuen. Das rhythmusanalytisch ethnografierte Ereignis gibt somit Einsicht in die «Faltungen» dieses Möglichkeitsraums.<sup>34</sup>

## «Accelerating Science»

«Accelerating Science», die Wissenschaft beschleunigen, steht auf dem Schaumagneten, auf der CERN-Website ebenso wie auf Pullovern und T-Shirts. «Decelerating Noise» könnte hier ebenso stehen, wenn man an die Bug-Jagd von Mia Ferrari und von Tausenden anderen in den verschiedenen Experimentalkollaborationen denkt, oder wenn man als eines von vielen Beispielen die Arbeit an der Zellsynchronisierung von Raimundo Peireira in den Blick nimmt. Die ErfinderInnen dieses Slogans legen die Logik der Produktionsbedingungen, in welche auch die Wissenschaft eingebunden ist, offen. «Accelerating Science», das Motto der Institution, deutet selbst darauf hin, was hier geschehen soll: die Unterwerfung der Wissenschaft unter die kapitalorientierte Beschleunigungsmaschine der Moderne, deren grösstes Ziel es ist, mehr aus der ökonomisierten Zeit zu machen, als man zunächst geglaubt hat, und zu diesem Zweck alle, die hier arbeiten, auf Effizienz, Produktivität und Sparsamkeit zu trimmen und sie mit den ökonomischen Werkzeugen der *rational choice* und der Spieltheorie zu zähmen. Das CERN stiftet zum kollektiven Träumen an, stellt ein gelebtes Versprechen dar, dass Wissenschaft, ganz im Sinne des Wissenschaftshistorikers Gaston Bachelard, eine «Maschine zur Herstellung von Zukunft» ist.<sup>35</sup> Das CERN avancierte schon vor längerer Zeit zur einer Bühne und Vorbildinstitution moderner, managementbasierter und digitalisierter Produktionsmechanismen.<sup>36</sup>

Seit dem Ende des Kalten Kriegs wurde das 1949 gegründete CERN mehr und mehr in den virtuellen Zeichenkomplex des globalen Finanzmarkts gestellt. Ganz so, als solle der Spruch «Accelerating Science», der sich konkret in den materiellen Beschleunigungen von Teilchen, der Verbesserung von Datenübertragung manifestiert, nahtlos auch den Finanzmarkt antreiben, auch durch die Menschen, die das CERN ausbildet und die die Institution eines Tages verlassen wollen oder müssen. Jeder von Ferrari gejagte Bug bringt ihr auf dem Jobmarkt später einen Vorteil. In einer Diskussionsrunde auf dem Weltwirtschaftsforum von Davos sagte die Generaldirektorin, Fabiola Gianotti, dass etwa 60 Prozent aller am CERN ausgebildeten ForscherInnen zuletzt im privaten Finanzsektor arbeiten würden.<sup>37</sup>

34 Deleuze, Gilles: Die Falte. Leibniz und der Barock. Frankfurt am Main 2000.

35 Bachelard, Gaston: Der neue wissenschaftliche Geist. Frankfurt am Main 1988.

36 Boisot, Max, Marcus Nordberg, Yami Saïd, Bertrand Nicquevert: Collisions and Collaboration. The Organization of Learning in the ATLAS Experiment at the LHC. Oxford 2011.

37 World Economic Forum panel discussion with speakers: Fabiola Gianotti, Justin Trudeau, Orit Gadiesh, Malala Yousafzai, Davos, 4. 5. 2018, <https://indico.cern.ch/event/723967> (8. 6. 2018).

«Accelerating Science». Man muss nicht Michael Endes Momo und ihren Kampf gegen die «Grauen Herren» gelesen haben,<sup>38</sup> um zu begreifen, dass das Zeitempfinden der Menschen sich im globalen Regime des Neoliberalismus verwandelt hat und für viele der Eindruck entsteht, je weniger Zeit sie hätten, desto mehr müssten sie Zeit sparen. Mit dem Anstieg der *deadlines*, der sprichwörtlichen «Todeslinien» in Arbeitsalltagen wird die individuelle Zeitlinie der Menschen getakteter. Am CERN entsteht zuweilen ein Zustand kollektiver Atem- und Rastlosigkeit, der über eine zentrale Synchronisierung, über ein rigides System der Bürokratisierung und des Managements dazu führt, dass im Fall des LHC, wo bis zu 3500 Menschen in Kollaborationen organisiert sind, gemeinsam wissenschaftliche Erkenntnis gewonnen werden kann.

Die hier unternommene Auseinandersetzung mit dem Verständnis einer gestockten Zeit, die unbedingt historisch ist, hilft, die Zeitlichkeit des menschlichen Verständnisses vom Physikalischen als relationale zu verstehen und vom Materiellen nicht abzukoppeln. Freilich wird die Auseinandersetzung mit der Beschaffenheit kleinster Bausteine des Kosmos in der Hochenergiephysik nicht durch die Messung von kollabierenden Wellenfunktionen, sondern durch statistische Wahrscheinlichkeiten gelöst. Der Zufall selbst wird hier ontologisch verankert, stellt unhintergehbaren Erfahrungshintergrund des Daseins dar, der sich mit der Gabe der Zeit als Natürliches eröffnet.

Dabei interferiert diese Sicht auf Welt mit der Sicht auf Praxis im Alltag, zeigt sich die Produktion von Sinn als Assemblage von Unbelebtem und Belebtem, die den Bruch – Signifikant des Zufalls – als Grundlage von Zeiterfahrung erlebbar macht. Ein Determinismus wird bei der Betrachtung des Subatomaren übrigens ebenso hinfällig wie bei der Betrachtung des Anthropologischen. Das Ereignis ist der Kollaps der Wellenfunktion oder die teilnehmende Beobachtung; jeweils schliesst sich ein Möglichkeitshorizont durch Anschauung, bringt Wahrscheinlichkeitsverteilungen zum Kollabieren. Dieser Kollaps stellt den Erkenntnisbruch selbst her, aus dem sich das Neue ergibt.

So sind das physikalische ebenso wie das anthropologische Narrativ brüchig. Die Praxis des Experimentierens und die der empirischen Feldforschung wird durch das Ineinander von Zeitlichkeiten geprägt und von Pausen, ob vorhergesehenen Schnitten oder unvorhersehbaren Brüchen, bestimmt. Doch hängt die Lebensdauer eines Experiments vom Zusammenspiel einer Assemblage verschiedener Akteure ab, deren Zyklen und Verläufe wissenschaftlicher Erkenntnisse in einem dynamischen Netzwerk erst Raum für Neues geben. In beiden Fällen aber unterbricht Materialität die Zeitflows der Menschen, rhythmisiert das Experiment im einen Fall und die Feldzeit im anderen. Denn die Existenz eines Forschungsfeldes ist mit der Lebenszeit von FeldforscherInnen verkoppelt. Beide Forschungsdispositive, Experiment und empirisches Forschungsfeld, fordern Pausen ein, erzwingen Rituale der Sorge und Pflege, dadurch dass sich das Materielle versagt, die Forschung unterbrochen ist oder die Übertragung von Bedeutung scheitert.

38 Ende, Michael: Momo. Stuttgart 1973.



Jedes Jahr gibt es *technical stops* am LHC, und alle paar Jahre wird der LHC einem Upgrade unterzogen, das selbst mehr als ein Jahr dauert. In dieser Zeit werden die Analysen der während des Laufs genommenen Daten intensiv vorangetrieben. Das Materielle beschleunigt Erkenntnis gerade dadurch, dass sich Verzögerungen einstellen. Erzwingt das Materielle einen Bruch im Arbeitsablauf, müssen neue Ideen gefunden werden, die zur Lösung des Problems beitragen. Ihre Entwicklung impliziert unvorhersehbare Möglichkeiten und wird als Teil des Prozesses von Wissensakkumulation in die Dynamik der Produktion von physikalischer Erkenntnis vorweg eingebaut. Forschung erlaubt somit ein genaueres Verständnis davon zu erlangen, wie Menschen in komplexen digitalen Gesellschaften Zukunft im Jetzt denken.

Diese Paradoxalität der Zeitlichkeit von Materialität und Wissen führte über Jahrzehnte hinweg zu der inzwischen sehr bürokratisierten Arbeitsstruktur am CERN. Das bürokratische Regelwerk soll garantieren, dass menschliche Arbeitskraft und materielle Funktion miteinander verfugt und bestmöglich verwaltet werden, so, dass im besten Fall der Zufall erst gar nicht Lücken ins Produktionsgefüge reisst. Aber die Komplexität des Experiments versagt sich rationalen Spielen, setzt die Ereignisse den Unberechenbarkeiten radikal aus. Menschen machen Schnitte im Alltag, unterbrechen Abläufe, halten durch soziale und kulturelle oder existenzielle Eigenzeitereignisse das Experiment auf. Das Materielle wiederum kann Brüche in der technologischen Infrastruktur auslösen, so, dass die Teilchen eben nicht auf Lichtgeschwindigkeiten beschleunigt und energieförmige Materie zur Kollision gebracht werden kann. Und manchmal kollabiert die Planung eben durch einen Marder oder einen Vogel, die als Auspizium des Unvorhersehbaren allem einen Strich durch die Rechnung machen können, sodass die Dinge erneut durchdacht werden müssen. Es steht zwar nicht geschrieben, aber wird empirisch sichtbar: Erst die gestockte Zeit hilft, die Zukunft neu zu justieren. Schnitte und Brüche in Infrastrukturen bilden die Architektur der Pausen. Sie können zu Neuem führen. Experimente ergeben als zeitkritische, fragile Assemblagen durch die Arbeit von Menschen ein Ganzes, werden von ihnen am Laufen gehalten und mit Leben gefüllt. Ihr Rhythmus ist durch Pausen getaktet. Das Wohl und Werden einer Kollaboration, ihre Effizienz und Produktivität hängen vom Materiellen selbst ab. Jedes Ding besitzt Eigenzeit und Lebenszyklus, erst im Wechselspiel multipliziert es sich mit anderen Akteuren zu einem komplexen Apparat. Als Widerstand leitet es Erkenntnis ein.

Was einmal zentrales Werkzeug war, wird irgendwann auf der Überresthalde der Technikgeschichte landen oder fristet sein Dasein als Kuriosum im Technikmuseum, belustigt und erinnert daran, dass dauerhaftes Wissen auf der Kurzlebigkeit unzähliger Objekte beruht, durch Zähmung des Zufalls bestimmt, in den historischen Chronotopos gefügt. In der Zwischenzeit stellt sein widerständiger Dingcharakter die Menschen vor Herausforderungen, bringt Stillstand und im besten Fall dadurch die Akkumulation von Wissen in Gang. Aus diesem Wechselspiel von Sein und Nichtsein entsteht Zeitlichkeit. Auf dieser Basis eröffnen sich unsere anthropologischen Felder.