

SPÜRTECHNIKEN

VON DEN MEDIEN  
DER «NATUR-  
VERMITTLUNG»  
ZU DEN  
ÄSTHETIKEN DES  
SPÜRENS

YVONNE VOLKART

Presently we notice an increased interest in the use of technological means of sensing in “nature mediation”: eco-media apparatuses are designed to help us detect non-human forms of existence which, up to now, have evaded our attention. On the one hand, it comes with the hope that measuring data can be used to render factual and politicize unknown or disowned environmental phenomena, on the other, that it generates new forms of relationality and care for the “environment”. With reference to our research project “Ecodata-Eco-media-Ecoaesthetics”, I wish to show that moments of relationality are generated not so much through technologies of detection as by the means of sensory aesthetics.

Viele ökologisch agierende Künstlerinnen und Künstler heute möchten das menschliche Publikum für das sensibilisieren, was es nicht kennt, beziehungsweise was kapitalistisches Wirtschaften zerstört: die nicht-menschliche Lebenswelt. Medientechnologien und interdisziplinäre Kooperationen mit den Natur- und Technowissenschaften spielen dabei eine wesentliche Rolle und fordern den konventionellen Kunstbegriff heraus. Insbesondere Sensoren und die mit ihnen erfassten Daten werden gerne zum Gegenstand künstlerischer Projekte gemacht. Denn sie sind ubiquitär geworden und machen Prozesse, die oftmals ausserhalb der menschlichen Wahrnehmung liegen, in Form von numerischer Information greifbar. Das technische Spüren, das im Wesentlichen ein Aufzeichnen und Messen ist, verspricht, relevante Daten zu liefern, die auf überprüfbaren Tatsachen beruhen.

Daran knüpfen sich auch politische und aktivistische Erwartungen. Gerade «citizen-science-Projekte» sind von der Hoffnung getragen, dass ein Umwelt-Problem dann, wenn es mit (kollektiv gesammelten) Daten nachgewiesen werden kann, ins allgemeine Bewusstsein rückt und zu Veränderung führen kann. Die Anwendung und ästhetische Weiterverwendung von technologischen Spürtechniken in künstlerischen und kommunalen Praxen wird deswegen häufig als Mittel für eine neue Sensibilisierung und Handlungsfähigkeit in Zeiten des Klimawandels angepriesen. Dies umso mehr, als technikgestütztes Spüren die Akteurinnen und Akteure affektiv einbindet, eigene (Bild- und Audio-) Realitäten erzeugt<sup>1</sup> und das Teilen und Weiterverwenden des gesammelten Materials das Gefühl von Teilhabe an einer gemeinsamen Sache ermöglicht.

Ich selbst stehe diesen euphemistischen Bekundungen kritisch gegenüber. Sie veranlassten mich, 2017 das Forschungsprojekt «Ökodaten-Ökomedien-Ökoästhetik» zu starten.<sup>2</sup> In diesem Projekt, das ich nachfolgend vorstelle, wird die Rolle der jeweils eingesetzten Technologien in ökokünstlerischen Projekten untersucht: Was eröffnen Medien-Technologien bezüglich der ökologischen Sensibilisierung des Publikums? Welche ästhetischen Settings, Erzählungen und Erfahrungsmöglichkeiten bringen sie hervor? Gibt es neue Formen von Intimität (von Körpern, Technologien und Daten), von Kommunikation, von Affekt und Überschreitung (der Arten), und was bedeutet das bezüglich der menschlichen Handlungsfähigkeit?<sup>3</sup>

Ich behaupte, dass das transversale Potential künstlerischer Projekte weniger im Einsatz innovativer Technologien zu suchen ist als vielmehr in ästhetischen Erfahrungen der Ko-Existenz mit unseren Mit-Wesen, im Zelebrieren eines ästhetischen Überschusses. Technik wäre also weniger Technologie als vielmehr Methode, Handlung, Ästhetik.<sup>4</sup> In diesem Sinn übernehme ich den von Birgit Schneider und Evi Zemanek ins Spiel gebrachten Begriff «Spürtechniken»<sup>5</sup>: Das sind zunächst die «technischen» «Sensing Technologies» und ihre Möglichkeiten. Darüber hinaus sind es aber auch «untechnische» Methoden, relational und fürsorglich mit dem umzugehen, was man noch nicht weiss: Spüren, das ist etwas Tastendes, Körperliches, Beziehung-Knüpfendes. Spüren, das ist «sense», als «Sinn» und «Richtung», in die



Perimeter Pfywald. Ein Soundscape-Observatorium, Installationsansicht, LABoral, Gijon/Spanien 2019.  
Bild: Marcus Maeder



Grossflächiges Absterben von Waldföhren im Zentralwallis. Foto: A. Rigling, WSL Birmensdorf/Schweiz



Forschungsplattform Pfynwald. Das Wachstum und das Funktionieren der Föhren wird mittels verschiedener Sensoren im Minutentakt untersucht, z.B. Jahrringwachstum, Saftfluss, Bodenfeuchtigkeit, -temperatur, -atmung, Photo-



Rasa Smite: Videostill aus: Atmospheric Forest, 2019

wir mit und ohne neue Technologien aufbrechen müssen. «Future Sense»: Das ist die Re-Aktivierung eines vergessenen gegangenen oder noch nicht bestehenden «Sensoriums», eines «führenden Handelns» und «denken- den Fühlens», das keine Angst mehr vor Nähe und der Ununterscheidbarkeit der «Naturecultures» hat.

## Den Wald hören

Wir betreten einen Raum und tauchen in einen mannigfaltig synthetisch-natürlich klingenden Sound ein: ein tragendes Dröhnen und Rauschen, Vogelgezwitscher, Wasserplätschern, Froschquaken, das Sausen des Winds, Knacken von Ästen, Krabbeln von Käfern, und da ist auch ein tiefer, unendlich langsam elegischer, sich seltsam ausbreitender Ton, wie aus den Untiefen der Erde kommend, sich rhythmisch wiederholend, variierend, immer tiefer werdend, und ein hoher, der immer höher wird, alles erscheint traumhaft langsam, bis beide verklingen.

Was wir hören, ist Marcus Maeders Soundinstallation «Perimeter Pfywald. Ein Soundscape-Observatorium», das 2018/19 im Rahmen des Forschungsprojekts «Ökodaten-Ökomedien-Ökoästhetik» entstand. Es bildet ästhetisch das Ökosystem eines Schweizer Bergwalds ab und macht dieses auf eine Weise hörbar, wie man es real vor Ort nicht hören kann. In der Installation nimmt man neben der akustischen Ebene auch eine visuelle wahr: Mehrere schwarze Tafeln stehen auf Ständern im Raum verteilt, es sind die Lautsprecher, die wie Signale wirken: Mit weisser Kreide sind Orte darauf angegeben. Auf die Wand sind sechs verschiedene Sonogramme mit den gleichen Ortsangaben projiziert. Die Bewegungen darauf verlaufen synchron zum jeweiligen Soundschnipsel: Forest/Channel, Mountain Stream, Riverbank, Ponds site, Pond Underwater, Forest/Channel Soil. In der Projektion auf der anderen Wand schwebt der Kamerablick durch den Wald, langsam, stetig, mitten drinnen. Auf einem Tisch ausgelegte Fotografien zeigen unterschiedliche Situationen: tote Bäume am Boden, ein erodiertes Bachbett, der Blick in die Berge, ein Stück Wald voller Bodenmarkierungen, die das Gelände als eine Forschungsstation erkennbar machen.

Für diese Arbeit verteilte Marcus Maeder an den bezeichneten Stellen im Wald autonome Audioaufnahmegeräte, die die Geräusche automatisch aufnehmen. Er schreibt:

«In der Installation ist so eine Soundscape zu hören, die aus einer zeitlichen und räumlichen Kompression besteht: Die Aufnahmegeräte sind im Pfywald mehrere Kilometer voneinander entfernt platziert worden und zeichnen Umwelteräusche in Intervallen von zehn Minuten auf. In der Installation «Perimeter Pfywald» lassen sich so einerseits verschiedene Biotope, die in einer Landschaft weit auseinanderliegen, gleichzeitig hören. Andererseits entsteht durch die Intervall-Aufnahmen eine Timelapse-Tonspur, die in kürzerer Zeit Ereignisse in der Umwelt wiedergibt, als dies normalerweise zu hören wäre.»<sup>6</sup>

Der unmittelbare Eindruck, dass der Sound eine extrem komplexe und ausdifferenzierte Ökoakustik wiedergibt, die sowohl momenthaft verdichtet als auch fortschreitend variiert, resultiert einerseits aus der Strategie der raumzeitlichen Kompression. Andererseits entwickelte Marcus Maeder eine generative Dramaturgie, die er aus den gesammelten Wetterdaten jenes Hitzesommers 2018 ansatzweise kalkulieren und entlang einer fortschreitenden Zeitlichkeit umsetzen konnte:

«Ein weiteres Element der Installation besteht aus der Sonifikation von Umweltmessdaten, die die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL im Pfywald im Rahmen ihrer Forschung zu Wald und Klimawandel erhebt. In «Perimeter Pfywald» sind zwei mikroklimatische Parameter als künstliche Klangquellen integriert: Messdaten der Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit im Wald steuern die Klangsynthese auf dem Computer der Installation (diesen Prozess bezeichnet man als Datensonifikation). Dabei entsteht ein Klang, der wie eine Stimme des Waldes klingen soll. Diese Stimme besteht aus einem tiefen und einem hohen Ton – der tiefe repräsentiert die Luftfeuchtigkeit, der hohe die Temperatur.»<sup>7</sup>

Wir hören einen synthetischen tiefen und hohen Klang, der virtuell eine Stimme sein könnte, aber tatsächlich keine ist, jedenfalls hat sie weder etwas Menschliches noch «sagt» sie etwas. Man hat nur das «Gefühl», dass sie von tief unten und weither kommt und uralte, eine Art Erd-Ton oder Geist ist. Diese Unbestimmtheit des «Wer-Spricht?» führt zu einer permanenten Spannung, die sich nicht auflöst. Die Betrachterin, der Betrachter «spürt» vielmehr, dass der repräsentierte Wald hier, den sie, er hört und sieht und resonanzartig fühlt, ein Körper, ein lebendiges Wesen ist. Dass er «ist». In seinem Terrain bewegt sie sich, von seinem Geheimnis wird sie affiziert. Obwohl «Perimeter Pfywald» diese Soundevokationen gänzlich ohne Narration bewerkstelligt und ästhetisch an das Informationsdesign der Wissenschaften oder der Pädagogik gemahnt, hat die Atmosphäre etwas Mythisches, ruft uns Naturreligionen in Erinnerung, bei denen der Wald kein Aussen darstellt, sondern Teil des Körpers ist. Gleichzeitig lässt uns die Künstlichkeit des Tons, der Stimme an einen Cyborg denken, an etwas Hybrides. Das Waldwesen, der Waldkörper, der Wald hier ist «Naturecultures».

«In der Installation «Perimeter Pfywald» wird erlebbar, wie sich Trockenheit und Hitze im Zuge des Klimawandels auf den Wald akustisch auswirken: Es wird still. Je intensiver sich die Hitze- und Trockenperiode im Sommer 2018 entwickelt, umso weniger ist in den einzelnen Biotopen zu hören: Das Rauschen des nahen Flusses wird leiser, weil er weniger Wasser führt; Bergbäche versiegen. Die Fauna zieht sich zurück, ist weniger aktiv und somit stiller. Die Luftfeuchtigkeit nimmt ab, die Temperatur zu, was in der Klangsynthese der

Waldstimme zu Folge hat, dass der tiefere Klang immer tiefer, der höhere immer höher wird, bis sie ausserhalb des hörbaren Bereichs liegen und die Stimme verstummt.»<sup>8</sup>

Marcus Maeders Forschung, die zunächst den Wald als komplexes, auch akustisches Ökosystem hörbar und somit bewusst machen wollte, hat sich im Forschungsprozess verändert. Seine komprimierende und sonifizierende raumzeitliche Übersetzung des Geschehens im Wald wurde zu einer autonomen ästhetischen Ökologie, die als «Observatorium» gleichzeitig etwas über die Situation dort und im Speziellen über den heissen Sommer 2018 aussagt.

Maeder kennt diese Gegend im Wallis, er arbeitet schon länger mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des WSL zusammen. Im Rahmen seines SNF-Forschungsprojekts «trees: Pinus sylvestris» (2015), bei dem er eng mit dem Ökophysiologen Roman Zweifel kooperierte, konnte er aufzeigen, dass die Ökoakustik sowie die Sonifikation von Messdaten auch für die Wissenschaft brauchbare Analysekatoren hervorbringt. Bereits für seine damalige Installation konnte ein «grundlegenderes Phänomen erfahrbar gemacht werden: Nämlich wie Bäume auf immer länger dauernde Hitze und Trockenperioden im Zuge des Klimawandels reagieren.»<sup>9</sup>

#### Der Wald als Outdoor-Laboratorium

Diese Frage treibt auch die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des WSL um, weshalb sie neben anderen Wäldern den Pfywald seit über zwanzig Jahren als Langzeit-Outdoor-Laboratorium<sup>10</sup> benutzen, um die Bedingungen von Waldfähigkeit im Anthropozän zu erforschen. Infolge seiner topographischen Lage, an der Flanke zu den höchsten Bergen der Alpen gelegen, befindet sich dieser Wald in einer der trockensten Regionen Europas – die hohen Berge verhindern, dass der Niederschlag ins Tal kommt. Steppenklima trifft sich mit Gletscherwasser. So konnte er zum Modellfall für die walddynamischen Effekte des Klimawandels werden, mit dessen Hauptphänomenen wie Temperaturanstieg und langen Phasen von Trockenheit: «In der Schweiz betrug der Temperaturanstieg am Ende des 20. und zu Beginn des 21. Jahrhunderts mehr als das Doppelte des globalen Durchschnitts.»<sup>11</sup>

Der Wald im Wallis ist neben einem Wald in den USA und einem in Spanien der einzige in exponierter Trockenlage, in dem seit relativ langer Zeit systematische Experimente durchgeführt, und von dem relevante Daten bezüglich des Effekts der Klimaerwärmung auf Wälder gesammelt werden. Der Pfywald ist darüber hinaus ein sehr alter Wald, seine Föhren siedelten sich als Pionierpflanzen bereits nach der letzten Eiszeit an und hielten sich bis ins 20. Jahrhundert. Erst die Fluoremissionen der lokalen Aluminiumindustrie seit 1908 sowie die gesteigerte Trockenheit durch den Klimawandel setzten ihm so zu, dass bereits fünfzig Prozent der Föhrenpopulation tot ist. Unklar ist noch, ob der Föhrenbe-

stand versteppen oder durch vom Süden eingewanderte, trockenheitsresistente Bäume wie die Flaumeiche ersetzt werden wird. Klar ist nur, dass sich der Wald verändert, und dass er nicht einfach zur Wüste wird. Klar wurde auch, dass künstliche Berieselungen die Mikrobewesen aktivieren und somit zur Trockenheitsresistenz beitragen. Teile des Pfywalds, der (immer noch) als der grösste zusammenhängende Föhrenwald Mitteleuropas gilt, sind seit gut zwanzig Jahren ein Naturwaldreservat – ein Status, der in Zeiten des Klimawandels offensichtlich keinen Schutz mehr bietet.

Deutlich wird, dass der kleine Pfywald in der kleinen Schweiz so etwas wie ein Knotenpunkt in der aktuellen Anthropozän- und Klimawandeldiskussion darstellt. Schauen wir die Bilder dieses Waldes an, dann wird deutlich, dass die mit mannigfaltigen Sensortechnologien bestückten Bäume und Erdflächen Cyborgs sind, die – wie es der Medienwissenschaftler Martin Siegler am Beispiel der Vulkane auf den Punkt brachte wie «Patienten auf einer Notfallstation» anmuten.<sup>12</sup>

#### Neue und alte Techniken

Alle diese Aspekte veranlassten mich, den Pfywald als Ausgangspunkt für den praktischen Teil im Rahmen des zweiteiligen Forschungsprojekts «Ökodaten-Ökomedien-Ökoästhetik» zu setzen. In diesem Teil untersuchen die drei künstlerisch Forschenden Marcus Maeder, Rasa Smite und Aline Veillat in enger Zusammenarbeit mit dem WSL diesen Wald als Beispiel alpiner «Naturcultures». Jedes Teammitglied konzentriert sich aus der eigenen Perspektive auf die Frage nach den Technologien und entwickelt einen je eigenen künstlerischen Zugang dazu. Während das Ergebnis von Marcus Maeder in Form von der obig diskutierten Soundinstallation «Perimeter Pfywald» vorliegt, sind Rasa Smite und Aline Veillat noch mittendrin.

Von Rasa Smite gibt es erste Videos, Performances und Fotoserien. Ihr «Atmospheric Forest» (so der Titel ihres Projekts) widmet sich dem Phänomen, dass Bäume nicht nur, wie allgemein bekannt, CO<sub>2</sub> in Sauerstoff umwandeln, sondern dass sie auch Harz absondern, flüchtige Gase produzieren und CO<sub>2</sub> emittieren. Diese Stoffe wirken auf die Atmosphäre und das Klima ein. In Zeiten des Klimawandels scheint dieses Phänomen zuzunehmen, doch wie das Zusammenspiel im Detail verläuft, und welche Rolle Boden, Wasser und weitere Pflanzen dabei spielen, kann noch nicht gänzlich erklärt werden. Es ist Gegenstand extensiver Forschungen, bei denen verschiedene Messverfahren und Visualisierungstechnologien eingesetzt werden.

Das WSL stellte Rasa Smite Technologien, wie den Lidar-Scanner, zur Verfügung. Herausgekommen ist dabei unter anderem ein VR-Video, bei dem die Bäume wie Schlotte Tausende hell glänzender Partikel in das Schwarz der Umgebung werfen, sich verbinden, tanzen: Die Bäume sind Maschinen, Organismen, verrückt gewordene Sternbilder, atmende Wesen, die beängstigend lebendig sind. Wir erfahren sie als fremdgewordene Dinge, die wir nicht verstehen. Rasa Smites ästhetische

Strategie heisst Aneignung des Technologischen und Körperlichkeit. Sie ging mit dem Lidar-Scanner in den Wald, um einzelne Bäume zu scannen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler tun dies auch; tendenziell aber dient diese Technologie immer mehr dazu, grossflächige Aufnahmen aus der Distanz, beispielsweise mit Drohnen, machen zu können. Das führt dazu, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nicht mehr vor Ort gehen müssen. Solche Distanzierungen versucht Rasa Smite mittels performativer Aktionen zu überwinden: So arbeitet sie direkt mit den «Emissionen» der Bäume, sammelt das Harz, kocht es in einer Waldlichtung auf einer Feuerstelle, bis es flüssig und volatil wird und molekulare Teile davon in die Atmosphäre entschwinden. Wenn man Rasa Smite bei dieser handwerklichen, prozessualen Tätigkeit zusieht, erinnert sie an eine Hexe. Ihr transformatives Wissen erscheint uralte und zukünftig zugleich.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass sich Rasa Smite und Marcus Mäder dem Pfynwald mittels unterschiedlicher Spür-Techniken annähern, die sowohl alt als auch neu, digital als auch analog sind. Sie setzen Repräsentationen wie Fotografie, Sonagramm, Scan, ein Drohnen-Video oder ein VR-Environment sowie handwerkliche Verfahren ein. Alle diese Repräsentationsweisen werden sowohl in den Wissenschaften als auch in den Künsten und im Consumer-Bereich eingesetzt. Beide arbeiten sowohl mit dem Informationsdesign der Technowissenschaften als auch mit «künstlerischen» Ästhetiken des Überraschens und In-Staunen-Versetzens. Ersteres mag dem erkenntnistheoretischen Anspruch der künstlerisch Forschenden geschuldet sein, etwas Fundamentales über den Klimawandel auszusagen. Es signalisiert, dass es gemeinsame Anliegen zwischen «Technoscience» und Kunst gibt – Anliegen von gesellschaftlicher Relevanz. Es macht aber auch deutlich, welchen realitätsbildenden Effekt auf unsere Konstruktionen von «Natur» und Welt die Technowissenschaften und ihre Spür-Technologien haben. Während sie die Veränderungen auf dem Planeten Erde minutiös erfassen, verwandeln sie ihn in ein «Program Earth»<sup>13</sup>, ein eng verwobenes Testfeld. Sowohl Marcus Maeders Installation als auch Rasa Smites Bilder re-inszenieren und überschreiten modellhaft diesen mittels Technologien generierten ontologischen Status der Erde als Maschine, Programm und Labor. Ihr «Future Sense» gibt uns das «spürbare Gefühl», dass wir uns inmitten eines Experiments mit unvorhersehbarem Ausgang befinden. Er macht das begreifbar. Oder angreifbar. Und öffnet so ein Stück Zukunft.

- 1 Dies hat Birgit Schneider am Beispiel der Visualisierungen von Klimabildern konzipiert. Schneider, Birgit: Klimabilder. Eine Genealogie globaler Bildpolitiken von Klima und Klimawandel. Matthes & Seitz, Berlin 2018.
  - 2 Das Forschungsprojekt ist vom Schweizerischen Nationalfonds SNF finanziert und wird am Institut für Ästhetische Praxis und Theorie der HGK FHNW durchgeführt. Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Team: Yvonne Volkart (Projektleitung), Marcus Maeder, Rasa Smite, Aline Veillat (2017-20). <https://www.fh-nw.ch/de/die-fhnw/hochschulen/hgk/institute/institut-asthetische-praxis-und-theorie/forschung>.
- 3 Mich interessieren diese Fragen auch deswegen, weil wir – Sabine Himmelsbach, Karin Ohlenschläger und ich – 2007/08 ein Ausstellungsprojekt mit dem Titel ›Ökomedien‹ durchführten und 2018, gut zehn Jahre später, wissen wollten, wie sich die Debatte verändert hat. Die Ausstellung ›Eco-Visionaires‹ war das Ergebnis. (HeK Basel 2018, LABoral Gijon 2019).
  - 4 Zum Begriff der Technik vgl. Jean-Luc Nancy: «Somit ist ›die‹ Technik selbst nichts auf die Ordnung der Technik Begrenztes, in dem Sinne, in dem man heute eher von ›Technologien‹ spricht. Die Technik ist eine Strukturierung von Zwecken – ein Denken, eine Kultur, eine Zivilisation, wie immer man sagen möchte, der unbegrenzten Konstruktion von Komplexen zunehmend verzweigter, verschlungener und kombinierter Zwecke; und diese wiederum zeichnen sich insbesondere durch die fortwährende Neuentfaltung ihrer eigenen Konstruktionen aus.» Jean-Luc Nancy: ›Von der Strukturation‹. Erich Hörl (Hg.). Die technologische Bedingung. Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt. Suhrkamp, Berlin 2011, S. 54-72, hier S. 56.
- 5 ›Spürtechniken. Von der Wahrnehmung der Natur zur Natur als Medium‹ hiess die von Desiree Förster, Birgit Schneider und Evi Zemanek organisierte Tagung an der Universität Potsdam, 24.-25.05.2018. Teile des vorliegenden Textes wurden für den in der Zeitschrift ›Medienobservationen‹ erscheinenden Tagungsband verfasst. <https://www.medienobservationen.de>
  - 6 Marcus Maeder: ›Projektbeschreibung Perimeter Pfywald. Ein Soundscape-Observatorium‹, Forschungsprojekt ›Ökodaten-Ökomedien-Ökoästhetik‹.
- 7 Maeder: ›Projektbeschreibung‹ (wie Anmerkung 6).
  - 8 Maeder: ›Projektbeschreibung‹ (wie Anmerkung 6).
- 9 Marcus Maeder (Hg.): Kunst, Wissenschaft, Natur. Zur Ästhetik und Epistemologie der künstlerisch-wissenschaftlichen Naturbeobachtung. Transcript, Bielefeld 2017, S. 51.
  - 10 Yvonne Volkart im Gespräch mit Andreas Rigling, Leiter Forschungseinheit Walddynamik, Eidgenössische Forschungsanstalt für Schnee, Wald und Landschaft WSL, August 2017.
- 11 WSL: ›Das Bewässerungs-Experiment Pfywald‹. WSL. <https://www.wsl.ch/de/ueber-die-wsl/arbeiten-an-der-wsl/versuchsanlagen-und-labors/flaechen-im-wald/pfywald.html>, ca. 2003 (zitiert 30.05.2019).
  - 12 Martin Siegler anlässlich seines Vortrags an der Tagung ›Spürtechniken‹ in Potsdam 2018 (wie Anmerkung 5).
- 13 Jennifer Gabrys: Program Earth. Environmental Sensing Technology and the Making of a Computational Planet. University of Minnesota Press, Minneapolis [ / London ] 2016.