

An aerial photograph of a rocky coastline. The ground is a mix of grey and light brown rocks, interspersed with patches of green and yellowish-brown vegetation. The plants appear to be low-lying shrubs or mosses. The overall scene is a natural, rugged landscape.

Plants and Aliens II

431art – Haike Rausch und Torsten Grosch

Neue Grenzen der Botanik: Betrachtung der Empfindungen von Pflanzen als Gefühle

Sue Spaid

Philosophen, insbesondere Thomas von Aquin, haben beklagt, dass das „Leben in den Pflanzen verborgen ist [vita in plantis est occulta], da es ihnen an Sinnesorganen und Fortbewegung mangelt, durch die das Belebte und das Unbelebte in erster Linie unterschieden werden Seelenlos und doch lebendig, scheint die Pflanze konzeptionelle Unterscheidungsmerkmale durcheinander zu bringen und allen etablierten Indizes zur Differenzierung verschiedener Klassen von Wesen im Sinne der metaphysischen Logik des „Entweder-Oder“ zu trotzen.“ (Marder 2013: 27-8). Im Gegensatz dazu stellen sich 431art (das deutsche Künstlerduo Haike Rausch und Torsten Grosch) vor, dass Pflanzen im Dunkeln Tanzpartys veranstalten und dabei Ultraschallgeräusche im Bereich von 20 kHz bis 100 kHz abstrahlen.

Im Jahr 2006 wurde 431art auf die Respektlosigkeit der Menschen gegenüber der Pflanzenwelt aufmerksam. Entsetzt darüber, dass die Menschen nicht zweimal darüber nachdachten, noch lebende Pflanzen in den Müll zu werfen, riefen sie *botanoadopt*® ins Leben (seit 2009), um für Pflanzen ein Zuhause zu finden. Sie initiierten Empathie-Trainings für Menschen, die an der Adoption, Pflege und dem Zusammenleben mit einer der unzähligen Pflanzen interessiert sind, die sie regelmäßig aus den Mülltonnen der Nachbarn herausholen und sich in ihrem Studio ansammeln. Ihr Buch *Urban Plants – Bio-Biographies* (siehe botanoadopt.org) beschreibt die vielen Pflanzen, die im Laufe der Jahre adoptiert wurden.

Das Projekt *Plants and Aliens* (2020) von 431art ergänzt die Arbeit des Künstlers Rob Carter, Bewegungen von Pflanzen sichtbar zu machen. Für *Plants and Aliens* baute 431art einen Fourier-Transformator, der die Ultraschallgeräusche der Pflanzen von den Blättern bis zu den Wurzeln in hörbare Frequenzen umwandelt, deren Intensität in Form von Diagrammen und flackernden LED-Lichtern visualisiert wird. Dass 431art die von Pflanzenwurzeln ausgesandten Signale verstärkt, ist wesentlich, denn Charles Darwin und sein Sohn Francis postulierten „Wurzelspitzen-Gehirne“, bei denen die Wurzel der Pflanze wie das Gehirn eines niederen Tieres funktioniert, welches es ihnen ermöglicht, ihre Umgebung wahrzunehmen (Mancuso 2018: 6). Laut Mancuso wissen wir heute, dass „die Wurzelspitze in der Lage ist, mehr als 20 verschiedene Umweltparameter wahrzunehmen und darauf zu reagieren, darunter Licht, Schwerkraft, Feuchtigkeit, Temperatur, Mineraliengehalt und den mechanischen Widerstand des Bodens, zwischen ihnen zu unterscheiden und zu entscheiden, welche für das Überleben der Pflanze am wichtigsten sind“ (Mancuso 2018: 7).

Das Labor von Mancuso hat gezeigt, dass der intensive und koordinierte Austausch von elektrischen Signalen zwischen den Wurzelzellen der elektrischen Aktivität von Neuronen ähnelt (Masi et al. 2009: 4051). 431art befürchtet jedoch, dass ihr Fourier-Transformator weit mehr Umweltgeräusche aufnimmt als die ansonsten unhörbaren Ultraschall-Pflanzensignale. Derzeit erforschen sie Technologien zur Isolierung von pflanzlichen Klängen.

Ich stelle mir vor, dass sie eines Tages die Reaktionen von Pflanzen auf Autoalarme, summende Bienen, zischende Schlangen und vieles mehr registrieren. Sie hoffen, mehr als nur Stresssignale zu erfassen und die akustischen Äußerungen der Pflanzen – die Grundlage für die artenübergreifende Kommunikation – für den Menschen wahrnehmbar zu machen. So wie wir Menschen Tierlauten, -haltungen und -gesten Gefühle zuschreiben (auf unzähligen Websites wird von der Schwanzgeste einer Katze auf deren Gefühle geschlossen), ist das Hörbarmachen von pflanzlichen Signalen vielleicht der erste Schritt, um auch Empfindungen von Pflanzen als Gefühle zu betrachten.

Plants and Aliens entspricht einem kürzlich an der Universität Tel Aviv durchgeführten Experiment, bei dem Stresssignale von Tomaten- und Tabakpflanzen untersucht wurden, die durch Durst und abgeschnittene Stängel entstehen. Offenbar sind Tomaten lauter: *Im Durchschnitt gaben trockenheitsgestresste Tomatenpflanzen 35 Töne pro Stunde von sich, Tabakpflanzen dagegen nur 11. Wurden die Pflanzenstängel abgeschnitten, gaben die Tomatenpflanzen in der folgenden Stunde durchschnittlich 25 Töne von sich, die Tabakpflanzen 15. Ungestresste Pflanzen erzeugen im Durchschnitt weniger als einen Laut pro Stunde. Es ist sogar möglich, die Ursache des Stresses anhand der von ihnen erzeugten Töne zu erkennen. Die Forscher trainierten ein maschinelles Lernmodell, um pflanzliche Laute von Wind, Regen und anderen Geräuschen im Gewächshaus zu unterscheiden. Sie erkannten in den meisten Fällen anhand der Intensität und Häufigkeit der pflanzlichen Signale, ob der Stress durch Trockenheit oder einen Schnitt verursacht wurde. Wasserhungriger Tabak scheint zum Beispiel lautere Töne zu machen als geschnittener Tabak.* Vaughan 2019

Die Wissenschaftler stellen sich vor, dass Pflanzen die Hilferufe anderer Pflanzen hören, ebenso wie einige Säugetiere und Insekten sie hören und sich dafür entscheiden, keine Eier auf gestresste (durstige) Pflanzen zu legen. Während einige Wissenschaftler solche Möglichkeiten faszinierend finden, halten andere sie für zu spekulativ. Überflüssig zu erwähnen, dass Ultraschall-Pflanzenquietschen gleichermaßen ein heißes Thema für Künstler und Botaniker sein dürfte.

In den 1970er Jahren haben die Menschen ihren Pflanzen regelmäßig Musik vorgespielt, aber niemand hat sich Gedanken darüber gemacht, was dabei eigentlich passiert. Um herauszufinden, ob Töne und Musik so im Wasser gespeichert werden, dass sie das Pflanzenwachstum beeinflussen, führte 431art ein erstes Experiment durch, bei dem sie Hunderte von Buschbohnenkeimlingen (Marona) mit vier verschiedenen Klängen bewässerten: klassische Musik, Hip-Hop, eine Mischung aus beidem sowie „nicht beschalltes“ Wasser. Nachdem sie vier Wochen lang im Frankfurter Palmengarten die Keimzeit, das Wachstum und die Anzahl der gekeimten Pflanzen untersucht hatten, stellte ein Wissenschaftler der Goethe-Universität fest, dass die Anzahl der gekeimten Bohnensamen, die mit „klassischem Wasser“ und „nicht beschalltem“ Wasser gegossen wurden, in etwa gleich hoch war. Mit Hip-Hop-Musik beschalltes Wasser (oder mit klassischer Musik Gemischtes) ließ jedoch deutlich weniger Pflanzen keimen. 431art schlussfolgert daher, dass das Gießen von Pflanzen mit „Hip-Hop-Wasser“ die Keimung der Pflanzen reduziert (Spaid 2017: 221). Ebenso

entdeckten Forscher, dass Pflanzen nicht nur zwischen Tomaten- und Weizenflüchtlings (chemische Stoffe, die von Pflanzen abgegeben werden) unterscheiden, sondern auch die ersteren bevorzugen (Calvo 2017: 218).

Gagliano's wissenschaftliches Team trainierte Erbsenpflanzen, um festzustellen in welche Richtung diese bei einer Belohnung mit blauem Licht, das die Biosynthese simuliert und den zirkadianen Rhythmus der Pflanzen anregt, wachsen würden. Ähnlich wie bei Pawlows Hund diente dabei der Wind (simuliert durch einen Ventilator) als Ansporn (ähnlich wie der Klang einer Glocke), während das Licht eine Belohnung ähnlich wie Nahrung darstellte. In ihrem Experiment reagierten Pflanzen die darauf trainiert wurden, Wind mit Licht zu assoziieren in erster Linie auf Wind (die Ventilatoren), so als rechneten sie damit in blaues Licht gebadet zu werden. Gagliano stellte fest, dass „alle Setzlinge der Kontrollgruppe in genau den Arm des Labyrinths hineinwuchsen, in dem ihnen in den letzten Trainingseinheiten blaues Licht angeboten wurde. Dieses Ergebnis bestätigt die bekannte angeborene phototrope Reaktion von Jungpflanzen auf blaues Licht“ (Gagliano et al. 2016: 2). Die Mehrheit der Keimlinge (62 Prozent), die darauf trainiert wurden, den Ventilator mit dem Licht zu assoziieren, wuchs in Richtung des Ventilators, während 69 Prozent dieser Sämlinge, die nicht dem Ventilator ausgesetzt waren, vom Licht weg wuchsen.

„Das erste Experiment hat also gezeigt, dass Pflanzen in der Lage sind, Assoziationen zu bilden, um den Erfolg bei der Nahrungssuche zu steigern“ (Gagliano et al. 2016: 2). Ihr zweites Experiment zeigte, dass ein solches Training den angeborenen positiven Tropismus der Pflanzen während der Lichtperioden steigert, nicht jedoch während der Perioden teilweiser und vollständiger Dunkelheit. Gagliano schlussfolgert, dass „die Fähigkeit der Keimlinge, sowohl die bevorstehende Ankunft von Licht („wann“) als auch dessen Richtung („wo“) auf Grundlage der Anwesenheit und Position des Ventilators zu antizipieren darauf hinweist, dass Pflanzen in der Lage sind sowohl zeitliche als auch räumliche Informationen zu kodieren und ihr Verhalten unter der Berücksichtigung von Umweltinformationen zu ändern“. (Gagliano et al. 2016: 3).

Obwohl es Kasey Markel nicht gelang, das Erbsenpflanzen-Präferenz-Experiment des Teams Gagliano zu wiederholen, bemerkt er: *In jüngster Zeit wurden viele komplexe Reaktionen von Pflanzen auf die Umwelt entdeckt, darunter das Anlocken von Raubtieren um Pflanzenfresser anzugreifen (De Moraes et al. 1998), die Produktion von Toxinen als Reaktion auf Notsignale von Verwandten (Karban et al. 2013) sowie dosisabhängige Reaktionen auf zu wenig Wasser (Pandey et al. 2016) oder zu viel Salz (Julkowska und Testerink, 2015) im Boden (Markel 2020). Diese Reaktionen zeigen eine beeindruckende Fähigkeit, eine Vielzahl von Umweltsignalen zu erkennen und entsprechend darauf zu reagieren. Markel 2020*

2019 nahm 431art die Klänge elektromagnetischer Felder von Bäumen auf, die in den hörbaren Bereich transformiert wurden und die Basis der Audiokomposition für den Audiowalk *Ghost Hunting – Das EMF-Rauschen der Bäume* bildeten, der derzeit auf www.digiwalk.de zu hören ist. *Ghost Hunting – Das EMF-Rauschen der Bäume* besteht aus neun Stationen in Blomberg, DE.

Man kann regelrecht spüren, wie das Xylem eines jeden Baumes den Baum hinauf pulsiert und das Phloem zu den Wurzeln zurückfließt. Im Gegensatz zu den eher unregelmäßigen Tönen, die gestresste und durstige Tabak- und Tomatenpflanzen von sich geben, scheinen die pulsierenden, knackenden Klänge der Bäume kontinuierlich zu sein. Der Audio-Walk enthält kurze Texte zu jeder Baumart sowie Geschichten zu verschiedenen Mythologien, die mit jeder Baumart verbunden sind.

2022 entwickelten 431art den Audiowalk *A Trip Through Distant Spheres*, der sich laut den Künstlern „mit der Zukunftsfähigkeit von Innenstädten im Zusammenhang ihrem Strukturwandel sowie dem Klimawandel am Beispiel von fünf Stadtbäumen“ in Frankfurt am Main auseinandersetzt. Neben akustischen Portraits von Bäumen – Kompositionen, die auf den Aufnahmen der in den hörbaren Bereich transformierten elektromagnetischen Felder jedes Baumes basieren – stellten sie sowohl den Zuhörern als auch jedem der fünf Bäume (eine Eiche, eine Kastanie, zwei Linden und ein Götterbaum) eine bestimmte Frage. Im Jahr 2023 mündete dieses Projekt in fünf Diptychen. Je einer digital bearbeiteten Fotografie der Baumrinde wurde ein monochromes Bild gegenübergestellt, das bei Berührung das akustische Porträt des Baumes hörbar macht.

Aufbauend auf ihrem Erfolg bei der Übertragung von pflanzlichen Signalen, nahm 431art kürzlich die Sounds elektromagnetischer Felder von fünf Bäumen auf dem Gelände des Deutschen Wetterdienstes auf und transformierte sie in den hörbaren Bereich. Sechs Stationen bieten dem Hörer einen akustischen Zugang zum Innenleben der Bäume, eine Art „Klangporträt“ von Rotbuche, Hainbuche, Bergahorn, Sumpfyzypresse und Robinie sowie eine sechste Komposition, die die Klänge aller fünf Arten umfasst. Man könnte sagen, dass 431art das ansonsten „verborgene Leben“ von Bäumen, wie es Autoren regelmäßig charakterisieren, eindrucksvoll zugänglich gemacht haben.

Quellenangaben: siehe Seite 23

New Frontiers in Botany: Contemplating Plant Feelings as Feelings

Sue Spaid

Philosophers, especially Thomas Aquinas, have bemoaned that the ‘life in plants is hidden [vita in plantis est occulta], since they lack sense and local motion, by which the animate and inanimate are chiefly discerned Soulless yet living, the plant seems to muddle conceptual distinctions and to defy all established indexes for discerning different classes of beings in keeping with the metaphysical logic of “either/or” ’ (Marder 2013: 27–8). By contrast, 431art (German artist duo, Haike Rausch and Torsten Grosch) imagine plants having dance parties in the dark, blasting ultrasound squeals in the 20khz–100khz range.

431art started noticing people’s disrespect for plant life in 2006. Horrified that people didn’t think twice about tossing still-alive plants in the trash, they initiated *botanoadopt*® (ongoing since 2009) to find plants homes. They initiated Empathy Training classes for people interested in living with, caring for and adopting one of the myriad plants accumulating in their studio, which they routinely reclaimed from neighbours’ trash cans. Their book, *Urban Plants – Bio-Biographies* (see botanoadopt.org) details the many plants adopted over the years.

431art’s project *Plants and Aliens* (2020) complements artist Rob Carter’s effort to capture plant motion. For *Plants and Aliens*, 431art built a Fourier transformer that transcribes plants’ ultrasonic squeals from their leaves to their roots into audible frequencies whose intensities are visualized as charts and flickering LED lights. That 431art amplifies sounds emitted by plant roots is significant, since the Charles Darwin and his son Francis postulated ‘root-tip brains’ such that the plant’s root functions like lower animal’s brains, enabling them to sense their environment (Mancuso 2018: 6).

According to Mancuso, we now know, ‘the root tip is able to sense and react to more than 20 different environmental parameters, including light, gravity, humidity, temperature, mineral content, and the mechanical resistance of the soil, discriminating between them, and deciding which are the most important for the survival of the plant’ (Mancuso 2018: 7).

Mancuso’s lab has shown that the intense and coordinated exchange of electrical signals amongst root cells resembles electrical activity in neurons (Masi et al. 2009: 4051). 431art worry, however, that their Fourier transformer picks up far more environmental sounds than otherwise inaudible ultrasonic plant squeals. They are currently researching technologies for isolating plant sounds. I imagine them one day registering plant responses to car alarms, buzzing bees, snakes hissing and so on. They hope to capture more than stress signals, making plants’ acoustic expressions – the basis for cross-species communication – humanly perceptible. Just as we humans attribute feelings to animal sounds, postures and gestures (myriad websites infer cat feelings from tail gestures), making plant sounds audible is perhaps the first step towards contemplating plant feelings as feelings.

Plants and Aliens parallels a recent Tel Aviv University experiment to test tomato and tobacco plant stress signals arising from thirst and cut stems. Apparently, tomatoes are noisier: *On average, drought-stressed tomato plants made 35 sounds an hour, while tobacco plants made 11. When plant stems were cut, tomato plants made an average of 25 sounds in the following hour, and tobacco plants 15. Unstressed plants produce on average fewer than one sound per hour. It is even possible to distinguish the cause of the stress from the sounds they make. The researchers trained a machine-learning model to discriminate between plant sounds and the wind, rain and other greenhouse noises, correctly identifying in most cases whether the stress was caused by dryness or a cut, based on the sound’s intensity and frequency. Waterhungry tobacco appears to make louder sounds than cut tobacco, for example.* Vaughan 2019

These scientists imagine plants hearing other plants’ cries for help, as well as some mammals and insects hearing them and opting not to lay eggs on stressed (thirsty) plants. While some scientists find such possibilities fascinating, others consider them too speculative. Needless to say, ultrasonic plant squeals are a hot topic for artists and botanists alike.

In the 1970s, people regularly played music for their plants, but no one thought to understand what was actually going on. Wanting to know whether sound and music is stored in water in such a way that it affects plant growth, 431art carried out a preliminary experiment whereby they watered hundreds of bush bean (Marona) seedlings with four different sonic conditions: classical music, hip-hop, a mixture of both and ‘non-sonicated’ water. After spending four weeks in the Frankfurt Palmengarten examining the germination time, growth levels and number of plants germinated, a Goethe University scientist found the number of germinations of bean seeds doused with ‘classical water’ and ‘non-sonicated’ water roughly the same. However, water sonicated with hip-hop music (or mixed with classical music) caused significantly fewer plants to germinate. 431art thus conclude that watering plants with ‘hip-hop water’ reduces plant germination (Spaid 2017: 221). Similarly, researchers discovered that plants not only distinguish tomato and wheat volatiles (chemicals emitted by plants), but they prefer the former (Calvo 2017: 218).

Gagliano’s scientific team trained pea plants to determine which direction plants would follow when rewarded with blue lights that simulate biosynthesis and cue plants’ circadian rhythms. Similar in effect to Pavlov’s dog, the wind (simulated by a fan) doubled as a prompt (similar in effect to the sound of the bell), while light proffered a reward much like food. In their experiment, plants trained to associate wind with light primarily responded to wind (the fans) as if they expected to be bathed in blue light. Gagliano found that ‘all seedlings of the control group grew into the arm of the maze where the blue light had been presented in the last training sessions. This result corroborates the well-known innate phototropic response of seedlings to blue light’ (Gagliano et al. 2016: 2). The majority of seedlings (62 per cent) trained to associate the fan with the light grew in the direction of the fan, whereas 69 per cent of the seedlings not subjected to the fan grew away from the light. ‘Thus, the first experiment has shown that plants are able to form associations to enhance foraging success’ (Gagliano et al. 2016: 2).

Their second experiment showed that such training prevailed over innate positive tropism during periods of light, though not periods of partial and total darkness. Gagliano deduces that ‘the ability of seedlings to anticipate both the imminent arrival of light (‘when’) and its direction (‘where’) based on the presence and position of the fan indicates that plants are able to encode both temporal and spatial information and modify their behaviour under the control of environmental cues’ (Gagliano et al. 2016: 3).

Although Kasey Markel failed to replicate Team Gagliano’s pea plant preference experiment, he remarks: Many complex environmental responses have recently been discovered in plants, including luring in animal predators to attack herbivores in response to herbivory (De Moraes et al. 1998), production of toxins in response to distress signals from kin (Karban et al. 2013), and dose-dependent responses to insufficient water (Pandey et al. 2016) or excess salt (Julkowska and Testerink, 2015) in the soil (Markel 2020). These responses demonstrate an impressive capacity to detect a variety of environmental signals and respond accordingly. (Markel 2020)

In 2019, 431art recorded sounds emitted as electromagnetic fields that they transcribed into the audible range, thus forming the basis for the audio composition *Ghost Hunting – The EMF Rustling of the Trees*, an audio-walk currently available at www.digiwalk.de. *Ghost Hunting – The EMF Rustling of the Trees* was comprised of nine stations in Blomberg, DE. One literally senses each tree’s xylem pulsing up the tree and its phloem coursing back to its roots. Unlike the more intermittent sounds emitted by stressed and thirsty tobacco and tomato plants, as discussed earlier, trees’ snappy, crackling sounds seem continuous. This audio walk include short text about each tree species alongside stories related to various mythologies related to each species.

In 2022, 431art created *A Trip Through Distant Spheres*, an audio walk that according to the artists addresses ‘the future viability of inner cities in connection with climate change and their structural transformation using the example of five urban trees’ in Frankfurt am Main. In addition to creating acoustic portraits by composing and transcribing recordings of each tree’s electromagnetic fields into the audible range, they asked listeners, as well as each of five trees (an Oak Tree, a Chestnut Tree, two Linden Trees and a Tree of God) a particular question. In 2023, this project was exhibited indoors as five diptychs, a digitally-processed photograph of tree bark juxtaposed with a monochromatic image that upon touch broadcasts its acoustic portrait.

Building upon their success at broadcasting plant sounds, 431art recently recorded and transcribed the sounds of five trees on the grounds of the German Weather Service – Deutscher Wetterdienst. This 2023 audio-walk features compositions based on recordings of individual trees’ electromagnetic fields that have been transcribed into the audible range. Six stations provide listeners acoustic access to the inner life of trees, a sort of ‘sonic portrait’ of the Common Beech, Hornbeam, Sycamore, Bald Cypress and Black Locust plus a sixth composition comprised of all five species’ sounds. One could say that 431art have effectively exposed trees’ otherwise ‘hidden lives’, as authors have routinely characterise them.

References:

Calvo, P. (2017) ‘What Is It Like to Be a Plant?’, *Journal of Consciousness Studies*, 24 (9–10): 205–27.

Gagliano, M., Vyazovskiy, V., Borbély, A. A., Grimonprez, M., Depczynski, M. (2016) ‘Learning by Association in Plants’, *Scientific Reports-Nature* 6, Mancuso, S. (2018) ‘What Is a Plant?’, The Florence Experiment Press Release, Firenze: Palazzo Strozzi.

Marder, M. (2013) *Plant-Thinking: A Philosophy of Vegetal Life*, New York: Columbia University Press.

Markel, K. (2020) ‘Lack of Evidence for Associative Learning in Pea Plants’. Available at: <https://elifesciences.org/articles/57614> (accessed 4 January 2021).

Masi, E., Ciszak, M., Stefano, G., Renna, L., Azzarello, E., Pandolfi, C., Mugnai, S., Baluška, F, Arecchi, F.T., and Mancuso, S. (2009) ‘Spatio-temporal Dynamics of the Electrical Activity in the Root Apex’, *PNAS* 106: 4048–53.

Spaid, S. (2017) *Ecovention Europe: Current Art to Transform Ecologies*, Sittard: Museum de Domijnen Hedendaagse Kunst.

Vaughan, A. (2019) ‘Recordings Reveal that Plants Make Ultrasound Squeals when Stressed’, *New Scientist*, 5 December. Available at: <https://www.newscientist.com/article/2226093-recordings-reveal-that-plants-make-ultrasonic-squeals-when-stressed/#ixzz6pH5nkOIY> (accessed 16 March 2020).