



Leibniz Online

Internetzeitschrift
der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin e.V.
Jahrgang 2025 • Nummer 59
DOI: 10.53201/LEIBNIZONLINE59

Peter Oehme, Riffat Mehboob, Akash John, Gerhard Pfaff, Zeeshan Mehboob, Khurram Mehboob: Substance P – from regulide to health medicine: With focus on respiratory diseases, post-Covid syndrome, wound healing, pain, stress and the climate change

Michael Schumann: Etappen der Raumfahrtgeschichte im Spiegel der Philosophie des 20. Jahrhunderts. Ein Streifzug durch die Literatur der Space Advocacy

Hanns-Christian Gunga: Der Berliner Physiologe Nathan Zuntz (1847–1920) und seine Bedeutung für die Geschichte der Höhen- und Luftfahrtmedizin

Andreas Arndt: Barbarei und Kultur. Hegel über die Abgründigkeit der Moderne

Viktor Jakupc: The EU–US Trade Agreement as a Zero-Sum Game: From Autonomy to Capitulation

Ilse Wischer: Die Geschichte der englischen historischen Linguistik in Deutschland und den deutschsprachigen Nachbarländern

Norbert Mertzsch: Entwicklungstendenzen bei nichtmetallisch-anorganischen Baustoffen

Rezensionen

Ulrich Busch: Rezension zu Friedrich Glauner: Wirtschaft als Denkform. Die Ökonomisierung der Lebenswelt

LO-Redakteur: *Rolf Hecker* rolffritzhecker@online.de

Für die Inhalte der Beiträge sind in erster Linie die AutorInnen verantwortlich, sie geben nicht notwendig die Meinung der Leibniz-Sozietät wieder.

Redaktionsschluss: 30. November 2025



Substance P – from regulide to health medicine: With focus on respiratory diseases, post-Covid syndrome, wound healing, pain, stress and the climate change

Peter Oehme¹, Riffat Mehboob^{2,3}, Akash John², Gerhard Pfaff¹, Zeeshan Mehboob², Khurram Mehboob²

(¹Leibniz Society, Berlin, Germany; ²Laabore Medical Research Center, Lahore, Pakistan;

³Rotogen Biotech, Bethesda, Maryland, United States)

Veröffentlicht: 30. November 2025

Abstract

This work was inspired by the scientific interactions between Riffat Mehboob, Peter Oehme, and their colleagues in recent years. The beginning of this work provides a brief insight into the history of substance P research, starting with the discovery of substance P by the Nobel Prize winner Ulf Svante von Euler. This is followed by a description of the functional mechanisms of substance P in important functional areas of the organism. The functional areas selected are those that are of particular importance for defense and repair processes in the human body, especially for defending against the increasing stresses caused by climate change. To this end, the focus is on the function of substance P as a regulatory peptide (regulide) for maintaining homeostasis. In addition, a bridge is built to the 50th anniversary of the former Academy Institute for Drug Research in Berlin (IWF). For many years, this institute provided important building blocks for the field of research discussed here. In addition to providing scientific information, the article aims to spark interest among groups in conducting in-depth research on the results, approaches, and ideas mentioned in the paper. The goal is to further support the development of preventive medicine.

Resümee

Die vorliegende Arbeit wurde durch die wissenschaftlichen Interaktionen von Riffat Mehboob, Peter Oehme und ihren Mitstreitern in den letzten Jahren ausgelöst. Am Anfang der vorliegenden Arbeit wird ein kurzer Einblick in die Geschichte der Substanz P-Forschung gegeben, beginnend mit dem Substanz P-Entdecker Nobelreisträger Ulf Svante von Euler. Es folgt eine Beschreibung der Funktionsmechanismen von Substanz P in wichtigen Funktionsbereichen des Organismus. Dabei werden solche Funktionsbereiche ausgewählt, die für Abwehr- und Reparaturprozesse im menschlichen Körper von besonderer Bedeutung sind, insbesondere für die Abwehr der zunehmenden Belastungen durch Klimaveränderungen. Hierfür wird die Funktion von Substanz P als ein regulatorisches Peptid (Regulid) zur Homöostase-Sicherung als Schwerpunkt hervorgehoben. Außerdem wird eine Brücke zum 50-jährigen Jubiläum des früheren Akademieinstitutes für Wirkstoffforschung in Berlin (IWF) geschlagen. Dieses lieferte für das hier behandelte Forschungsbereich über viele Jahre wichtige

Bausteine. Neben der wissenschaftlichen Information soll der Beitrag das Interesse von Gruppen für vertiefende Forschungen zu den in der Arbeit genannten Ergebnissen, Ansätzen und Ideen wecken. Ziel ist es, damit die Entwicklung einer präventiv orientierten Medizin weiter zu unterstützen.

Keywords/Schlüsselwörter

Substance P, regulatory peptide (regulide), respiratory diseases, wound healing, tissue repair, eye diseases, pain, stress, perspective substance P research

Substanz P, regulatorisches Peptid (Regulid), Atemwegserkrankungen, Wundheilung, Gewebereparatur, Augenerkrankungen, Schmerz, Stress, Perspektiven der Substanz-P-Forschung

The beginning of substance P research dates back to 1930/1931. At that time, Ulf Svante von Euler was a postgraduate student in Henry Dale's laboratory in London. There, they were also studying the release of acetylcholine from the horse intestine after stimulation of the vagus nerve. During these investigations, von Euler and John Gaddum, then a senior assistant, discovered a fraction that differed significantly from acetylcholine in its properties (von Euler, Gaddum 1931). They purified this fraction and obtained a dry powder from it. They called this preparation P, which then became the name substance P (SP). Numerous studies were subsequently conducted with this substance P powder.

In 1971, there was a second milestone in substance P research. Susan E. Leeman's group at Harvard Medical School in Boston published the amino acid sequence of substance P (Chang, Leeman 1970). SP proved to be an undecapeptide (Arg-Pro-Lys-Pro-Gln-Gln-Phe-Phe-Gly-Leu-MetNH₂).

In 1976, the discoverer of substance P invited participants to Stockholm for the 37th Nobel Symposium on substance P (von Euler, Pernow 1979). The symposium was attended by all the leading scientists in this field. The presentations covered work on the isolation of substance P, structural elucidation, structure and conformation, detection methods, localization in the nervous system and other tissues, its role in primary sensory neurons, its significance for pain perception, and more. This proved that substance P (SP) plays an important role in various physiological functions, such as inflammation, immune modulation, pain sensation, and tissue healing (von Euler, Pernow 1979).

The effects of SP are mainly mediated through Neurokinin-1 Receptor (NK-1R), which controls vascular permeability, immune cell activation, and cell migration to the sites of injury and infection. This SP/NK-1R pathway is part of the wound-healing mechanism of the body, such as angiogenesis, tissue renewal, and extracellular matrix remodeling (Mehboob et al. 2024). NK-1R antagonists, such as Aprepitant, which was the first developed antiemetic for treating chemotherapy-induced nausea and vomiting (CINV), have emerged as potential therapeutic tools for diseases involving SP/NK-1R signaling (Zhao et al. 2020; Mehboob, Munoz 2024). Growing evidence suggests that NK-1R antagonists can effectively treat diseases characterized by chronic inflammation, impaired tissue repair, and neuroinflammation. They have been shown to reduce cytokine storms in infections like COVID-19, alleviate chronic inflammation, and speed up wound healing (Johnson et al. 2017; Mehboob 2021). NK-1R antagonists also have the potential to treat ocular diseases such as macular degeneration and diabetic retinopathy, where

neuroinflammation caused by SP exacerbates the conditions. Therefore, the NK-1R antagonist aprepitant will continue to be an essential starting point for further investigations in the future.

It should also be noted that the NK1 receptor is not the only factor important for the effect of the SP molecule. As early as 1976, Oehme et al. presented at the above-mentioned Nobel Symposium in Stockholm (Figure 1) that the SP molecule is a carrier of various types of information (Oehme et al. 1977).

The C-terminal SP pentapeptide is the essential sequence for the NK1 receptor mentioned above. The N-terminal sequences have other receptors, which are not discussed in this paper. The pharmacological effects triggered by the N-terminal sequences that are medically relevant are taken into account.

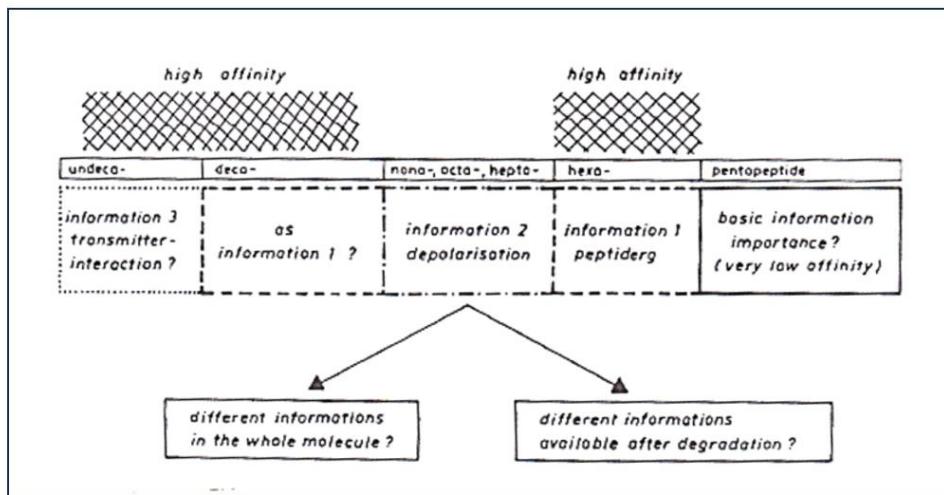


Fig. 1: Model of different “information in SP-sequences (status 1976).

Closely linked to this dual function of the substance molecule are the theoretical concepts developed by Oehme and Hecht (Oehme et al. 1980a) regarding a modulating effect of substance P (Figure 2), which was further developed into the term “regulatory peptide” = REGULIDE.

Overall, substance P should therefore be regarded as an important factor in maintaining homeostasis in the organism. The consequences of this are an important focus for future work.

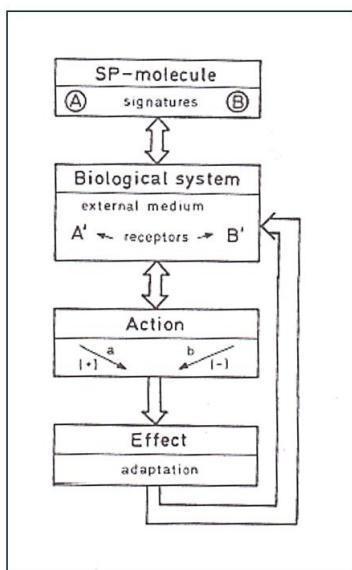


Fig. 2: Working model of mechanism of regulatory peptides (“regulides”); e. g. SP (status 1978).

The collaboration between the two lead authors of this paper, Peter Oehme and Riffat Mehboob, was triggered when Oehme read Mehboob's work in 2020. At that time, Prof. Mehboob was the founding director of the Lahore Medical Research Center in Lahore, Pakistan. Since then, a number of joint papers have been published.

The aim of the present joint publication is to propose areas that could/should be further explored in order to transfer the results into medical practice. The starting point for this is partly our own work. The diseases listed below were selected because their significance will continue to increase with further climate change, particularly due to the harmful effects of air and solar vectors.

1 Substance P in the respiratory diseases and post-COVID syndrome

In the post-COVID syndrome, Substance P (SP) plays a central role in persistent neuroinflammation, immune dysregulation, and chronic inflammation, all of which contribute to debilitating symptoms like fatigue, cognitive dysfunction, and respiratory distress (Janket et al. 2023). The long-lasting effects observed in post-COVID patients highlight the importance of Substance P (SP) as a key target for therapeutic intervention. As a neuropeptide, SP enhances inflammation through its interaction with the neurokinin-1 receptor (NK-1R), contributing to the persistent inflammatory state that affects individuals long after the acute phase of the infection has resolved (Janket et al. 2023, Mehboob et al. 2025).

Riffat Mehboob's research expands the potential of NK-1R antagonists, especially in conditions like asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD), where substance P (SP) plays a significant role in exacerbating chronic inflammation (Johnson et al. 2017). Mehboob's findings suggest that NK-1R antagonists can effectively modulate inflammatory responses, restore immune balance, and alleviate symptoms in these diseases (Mehboob et al. 2025).

SP is involved in the pathogenesis of inflammation and responses of the immune system in the long-COVID patients and the use of NK-1R antagonists as the possible treatment looks like

the further prospect. Both Oehme and Mehboob emphasize the therapeutic promise of SP/NK-1R signaling as the solution to the prevention of the post-COVID persistent symptoms; e. g. sleep disturbances. Their studies suggest that there should be a change in direction to treating the causes of chronic inflammation and immune dysfunction directly. These research approaches are supported by work carried out by Oehme and Nieber, in collaboration with the former Research Institute for Lung Diseases and Tuberculosis (FLT) in Berlin-Buch, on the role of SP in bronchial hyperreactivity, among other things (Schreiber et al. 1987; Schreiber et al. 1988a; Schreiber et al. 1988b).

In addition to the above-mentioned further studies with aprepitant, animal experiments should be conducted to investigate the preventive and therapeutic efficacy of N-terminal SP sequences against viral infections. The available results on the relationship between susceptibility to coronavirus infection and SP blood and tissue levels (Lavezzi 2011; Scholle et al. 1989; Scholle et al. 1990) should be investigated in greater depth and expanded.

2 Substance P in wound healing and tissue repair

SP is released from peripheral nerves and exerts its biological and immunological activity through the high-affinity neurokinin-1 receptor (NK1R). SP regulates immune cell function and plays a key role in inflammation, wound healing, and tissue homeostasis. It, together with insulin-like growth factor-1 (IGF-1), promotes corneal epithelial wound healing. SP-NK1R signaling is involved in ocular surface homeostasis and inflammation. SP contributes to wound healing by influencing angiogenesis, cell migration, and extracellular matrix remodeling (Mehboob et al. 2024; Nirenjen et al. 2023; Suvas 2017). Moreover, SP helps recruit immune cells to the injury site and stimulate the release of pro-inflammatory cytokines, initiating the healing process. SP also plays a critical role in enhancing angiogenesis by promoting the formation of new blood vessels, a process that is indispensable for tissue repair and regeneration (Dasari et al. 2021; Vaidyanathan 2021; Singh 2023). These effects are particularly important in the early phases of wound healing when acute inflammation is prevalent (Lindner et al. 1980).

Furthermore, therapeutic strategies targeting the SP/NK-1R pathway, particularly through the use of NK-1R antagonists such as Aprepitant, offer a potential solution for chronic wound healing (Janket et al. 2023). By blocking the interaction between SP and NK-1R, Aprepitant can help modulate the excessive inflammatory response often seen in chronic wounds. This can lead to enhanced angiogenesis, better cellular migration, and improved extracellular matrix remodeling, all of which are crucial for accelerating wound closure. The work by Riffat Mehboob has demonstrated that Aprepitant can significantly improve wound healing by restoring the balance between inflammation and tissue repair, particularly in chronic wounds. Studies have shown that NK-1R antagonists, like Aprepitant, can offer a promising therapeutic alternative for chronic wounds that are resistant to conventional treatments (Mehboob et al. 2024).

In collaboration with the Anatomical Institute of the Charité, the Oehme Group was able to demonstrate in 1980, using explant cultures of the trigeminal ganglion of chicken embryos and the hippocampus of embryonic rats, that adding SP to the maintenance or growth medium increases the nerve fiber growth index in a concentration-dependent manner (Lindner et al. 1980; Lindner et al. 1982).

For further investigation, therefore, in addition to aprepitant, N-terminal SP sub-sequences should also be tested for their wound-healing potential.

3 Substance P in eye diseases and ocular inflammation

Substance P (SP) is an important factor in ocular inflammation, which affects such conditions as macular degeneration, diabetic retinopathy, and uveitis. Being a neuropeptide, SP is released in sensory nerve endings in the case of inflammatory processes and plays a considerable role in the neurogenic inflammation. The binding of SP to the Neurokinin-1 receptor (NK-1R), which is found in immune cells, epithelial cells and nerves, causes a cascade of inflammatory processes, including microvascular permeability, vasodilation and extravasation of plasma. These mechanisms result in ocular edema which is a characteristic symptom of several ocular diseases. Furthermore, SP activates macrophages and other immune cells and induces the secretion of cytokines, chemokines, and growth factors that enhance inflammation and speed up the development of the disease (Bignami et al. 2016; Wang et al. 2023; Tang et al. 2023).

Substance P (SP) is not only involved in inflammation, but also in angiogenesis regulation, which is of great importance in retinal diseases. In such diseases as macular degeneration and diabetic retinopathy, the over-activation of SP signaling promotes aberrant blood vessel growth and leakage of blood vessels in the retina, causing damage to the retina and possible vision loss. It highlights the significant balance that SP maintain between stimulating tissue repair and pathological remodeling in ocular diseases (Kopel et al. 2023; Wang et al 2024).

The use of NK-1R antagonists to target SP signaling is a potential solution to the treatment of ocular inflammation. NK-1R antagonists, including Aprepitant, are effective in preventing the binding of SP and NK-1R, and have potential in decreasing ocular inflammation, enhancing vascular permeability, and controlling angiogenesis in preclinical and clinical models (Kopel et al 2023). This is particularly relevant in diseases like uveitis, where persistent inflammation and angiogenesis drive disease progression, leading to irreversible vision loss. By interrupting SP's binding to NK-1R, these antagonists could not only reduce inflammation but also mitigate the abnormal blood vessel growth that exacerbates diseases like diabetic retinopathy (Tang et al. 2023). Moreover, SP's involvement in immune modulation, particularly in chronic diseases such as dry eye disease, adds further complexity to its role in ocular health. SP's interaction with the NK-1R contributes to the generation and maintenance of memory Th17 cells, which are key players in chronic inflammation (Wang et al. 2024).

Further investigations are considered to be in-depth studies to determine the SP level in the eye and tear fluid. Both elevated and reduced SP levels are significant. The prospective field of work therefore ranges from dry eyes and corneal pathology to various inflammatory reactions. The further investigations mentioned here with aprepitant and N-terminal SP partial sequences are also significant for research into corneal repair processes.

4 Pain and stress

Research into the effect of substance P on pain conduction and transmission has a long history. Oehme's group also investigated the effect of substance P on the pain threshold of mice in the late 1970s.

Together with Evelyn Morgenstern and Erhard Göres from the AIK1 partner institute for pharmacological research (IPhF), they made the surprising discovery that substance P can trigger both analgesia and algesia, published in *Science* in 1980 (Oehme et al. 1980b). The effect depended on the individual baseline condition of the animals; i.e., SP increased the pain threshold (analgesia) only in mice with a low baseline pain threshold and decreased it (algesia) in mice with a high baseline pain threshold. The SP effect was therefore a modulation of the pain

threshold in the sense of “normalization”. Subsequent studies demonstrated that the N-terminus of the peptide is responsible for the hyperalgesic component and the C-terminus for the analgesic component (Görne et al. 1982).

Peter Oehme and Karl Hecht came to the same conclusion in behavioral studies. SP had no effect on intact Wistar rats. However, when the animals were subjected to prolonged immobilization stress prior to peptide administration, disturbances in conditioned reflexive learning behavior and an increase in blood pressure occurred. When substance P was administered, the expected effects were observed: the impaired learning behavior and elevated blood pressure were largely normalized. This means that the peptide also has a normalizing effect in this model (Hecht et al. 1979). The same effect was found for SP in Wistar rats with stress-induced sleep disorders (Wachtel et al. 1987). Normalizing effects for substance P were also found in animal experiments in the catecholamine system, and the interaction mechanism was elucidated (Görne et al. 1984; Nieber, Oehme 1987; Minenko, Oehme 1987; Oehme et al. 1987; Livett et al. 1979; Cheung et al. 1994; Krause et al. 1997; Roske et al. 1983; Nieber et al. 1989).

For further findings not mentioned here, including the effect of SP on mast cells, interaction of SP with the opioid system, and interaction of SP with other enzyme systems, please refer to the brochure “Reflections on Substance P Research” (Oehme, Hecht 2017, 2022).

Since the sleep disorders found in stress models (Wachtel et al. 1987) appeared particularly interesting, clinical studies were initiated at this point. Karl Hecht was able to use a sleep laboratory for this purpose and carry out clinical pharmacological work there. In collaboration with the IMF, Karl Hecht investigated the effect of intranasally administered SP on patients with sleep disorders and successfully completed the Phase II clinical trial. However, the planned Phase III trial could not be continued after 1990/91. This is an interesting link to the sleep disorders that frequently occur in post-COVID syndrome.

Overall, these results show that substance P is important as a regulator for homeostasis in the human organism. The significance of SP for stress resistance is a quantifiable expression of this. Therefore, follow-up studies should investigate the existing findings on determining SP levels in the blood after exposure to various stressors in greater depth. The same applies to studies on the correlation between SP levels in the blood and resistance to various stressors.

The resumption of clinical pharmacological work on the effect of intranasally administered SP in patients with stress-related sleep disorders and the initiation of similar work in patients with post-corona symptoms, particularly sleep disorders, should be investigated. Work on the significance of N-terminal SP sequences for stress resistance should be resumed.

Overall, research on the importance of substance P for adaptation to changing environmental conditions, e. g., due to climate change, should be given greater consideration.

5 Conclusions for the present and future

This paper appears at a challenging time. There is increasing discussion about the need for medicine to become more prevention-oriented. The increasingly noticeable effects of climate change on disease patterns will further intensify these discussions in the future. In addition to the currently dominant therapeutic measures for disease-related damage, there are growing calls to prevent such damage from occurring in the first place! Substance P research offers promising approaches to this end.

Aprepitant was and remains an important starting point in this regard. Parallel to this work, a perspective by Mehboob and co-workers (Mehboob et al. 2025) is currently in press. It

describes not only the current status of aprepitant use, but also a number of major issues that need to be resolved before it can be used in the clinical setting on a large scale.

This work goes even further and assumes that substance P is an important factor in maintaining homeostasis. It can fulfill this task because its molecule contains both agonistic and antagonistic potencies (Oehme et al. 1977; Oehme et al. 1980a). The concepts and results based on this approach open the way to a more preventative-oriented medicine. With climate change continuing to accelerate rapidly, this is an urgent necessity in the coming years!

Strengthening individual resistance to increasing disease incidence is a better approach than treating diseases once they have occurred. Since climate change has a particularly significant impact on the air vector, with its disease-causing viruses, particles, etc., and increasingly aggressive solar radiation, this study focused in particular on respiratory diseases, post-COVID syndrome, wound healing, eye diseases, pain, and stress.

The role of substance P in maintaining homeostasis in the body, as described in this paper, legitimizes it as part of health medicine. Multidisciplinary cooperation is essential for carrying out the necessary research. The authors wish the prospective research groups every success in this endeavor!

Finally, the authors would like to refer once again to the 50th anniversary of the foundation of the former Academy Institute for Drug Research in Berlin mentioned at the beginning. Further information on this institute can be found in a review from the 1980s (Axt 1985).

References

- Axt, Joachim (Red.) (1985): *Institut für Wirkstoffforschung der Akademie der Wissenschaften der DDR 1976-1986*. Berlin 1985. <https://leibnizsozietaet.de/wp-content/uploads/2022/02/IWF-Jubilaeumsbroschüre-1985.pdf>.
- Bignami, Fabio / Rama, Paolo / Ferrari, Giulio (2016): "Substance P and its inhibition in ocular inflammation". *Current Drug targets*. 17(11): 1265–74.
- Chang, Michael M. / Leeman, Susan E. (1970): "Isolation of a sialogogic peptide from bovine hypothalamic tissue and its characterization as Substance P". *Journal of Biological Chemistry* 245, 4784–4790.
- Cheung, Nam S. / Karlsson, Per / Wang, Jian Xing / Bienert, Michael / Oehme, Peter / Livett, Bruce G. (1994): "Functional studies with Substance P analogues: effects of N-terminal, C-terminal and C-terminus extended analogues of Substance P on nicotine-induced secretion and desensitization in cultured bovine adrenal chromaffin cells". *Journal of Neurochemistry*. 62, 2246–2263.
- Dasari, Nina / Jiang, Austin / Skochdopole, Anna / Chung, Jayer / Reece, Edward M. / Vorstenbosch, Joshua / Winocour, Sebastian (2021): *Updates in diabetic wound healing, inflammation, and scarring*. *Seminars in Plastic Surgery*. Thieme Medical Publishers, Inc.
- Görne, R. C. / Morgenstern, Eve / Oehme, Peter / Bienert, Michael / Neubert, Klaus (1982): "Wirkung von Substanz P und Substanz P-Fragmenten auf die Schmerzschwelle von Mäusen". *Pharmazie*. 37, 299–300.
- Görne, R. C. / Pfister, Claus / Rathsack, Ragna / Oehme, Peter (1984): "Cellular distribution of substance P in the rat adrenal medulla". *Biomedica Biochimica Acta*. 43, 135–137.
- Hecht, Karl / Oehme, Peter / Poppei, Marianne (1979): "Action of Substance P on neurotic-hypertensive rats". *Pharmazie*. 34, 654–657.

- Janket, Sok-Ja / Fraser, Douglas D. / Baird, Alison E. / Tamimi, Faleh / Sohaei, Dorsa / Conte, Harry A / Prassas, Ioannis / Diamandis, Eleftherios (2023): "Tachykinins and the potential causal factors for post-COVID-19 condition". *The Lancet Microbe*. 4(8): e642–e50.
- Johnson, M. Brittany / Young, Ada D. / Marriott, Ian (2017): "The therapeutic potential of targeting substance P/NK-1R interactions in inflammatory CNS disorders". *Frontiers in Cellular Neuroscience*. 10: 296.
- Kopel, Jonathan / Keshvani, Caezaan / Mitchell, Kelly / Reid Ted (2023): "The activity of substance P (SP) on the corneal epithelium". *Journal of Clinical & Translational Ophthalmology*. 1(2): 35–51.
- Krause, Winfried / Michael, N. / Lübke, Carsten / Livett, Bruce G. / Oehme, Peter (1997): "Substance P and epibatidine-evoked catecholamine release from fractionated chromaffine cells". *European Journal of Pharmacology* 328, 249–254.
- Lavezzi, Anna M. / Mehboob, Riffat / Matturi, Luigi (2011): "Development alterations of the spinal trigeminal nucleus disclosed by Substance P immunohistochemistry in perinatal and infant sudden unexplained deaths". *Neuropathology*. 31, 405–413.
- Lindner, G. / Grosse, G. / Oehme, P. / Jentzsch, K. D. (1980): "Beitrag zur Wirkung von Substanz P auf die Nervenfaserregeneration in der Gewebekultur". *Zeitschrift für mikroskopisch-anatomische Forschung*. 94, 661–668.
- Lindner, G. / Grosse, G. / Oehme, P. / Jentzsch, K. D. (1982): "Über die Wirkung von Substanz P (SP) und SP-Teilsequenzen auf das Nervenfaserwachstum in der Gewebekultur". *Zeitschrift für mikroskopisch-anatomische Forschung*. 96, 643–655.
- Livett, Bruce G. / Kozousek, Vladimir / Mizobe, Fumio / Dean, Deanne M. (1979): "Substance P inhibits nicotinic activation of chromaffine cells". *Nature*. 278, 256–257.
- Mehboob, Riffat (2021): "Neurokinin-1 receptor as a potential drug target for COVID-19 treatment". *Biomedicine & Pharmacotherapy* 143, 112159.
- Mehboob, Riffat / Oehme, Peter / Anwar, Tehreem / von Kries, Jens-Peter (2024): "Substance P—a regulatory peptide with defense and repair functions. Results and perspectives for the fight against COVID-19". *Frontiers in Neurology*. 15: 1370454.
- Mehboob, Riffat / Munoz, Miguel (2024): "After 20 Years of Treatment with Aprepitant for Chemotherapy-Induced Nausea and Vomiting, Should the Therapeutic Indications for Aprepitant be Expanded?" *Pakistan Journal of Health Sciences*. 01–2.
- Mehboob, Riffat / Hashim, Marim / Muñoz, Miguel (2025): "Substance P in viral diseases – especially coronavirus disease". Substance P: Elsevier. p. 661–85.
- Mehboob, Riffat / John, A. / Mehboob, Zeeshan / Mehboob, Khurram (2025): *Advancements in the Clinical Applications of Substance P: From Diagnostic Insights to Therapeutic Innovations*. In press.
- Minenko, A. / Oehme, Peter (1987): "Substance P action on inositol phospholipide in rat adrenal medulla slices". *Biomedica Biochimica Acta*. 46, 461–467.
- Nieber, Karen / Oehme, Peter (1987): "Effect of Substance P and the N-terminal analogue SP1-4 on the pre- and postsynaptic transmitter release in rat adrenal gland slices". *Biomedica Biochimica Acta*. 46, 103–109.
- Nieber, Karen / Roske, Irmgard / Oehme, Peter (1989): "Stress-induced changes of the noradrenergic transmitter release in adrenals and the influence of Substance P". *Biomedica Biochimica Acta*. 48, 557–559.

- Nirenjen, S. / Narayanan, J. / Tamilanban, T. / Subramaniyan, V. / Chitra, V. / Fuloria, N. K. / et al. (2023): "Exploring the contribution of pro-inflammatory cytokines to impaired wound healing in diabetes". *Frontiers in immunology*. 14: 1216321.
- Oehme, Peter / Bergmann, Jutta / Bienert, Michael / Hilse, Heinz / Piesche, Lothar / Minh Thu, L. P. / Scheer, Elfriede (1977): "Biological action of Substance P – its differentiation by affinity and intrinsic efficacy". *Substance P. Nobel Symposium 37*. Euler, U. S. v. B. Pernow (eds). 327–335. Raven Press New York.
- Oehme, Peter / Hecht, Karl / Piesche, Lothar / Hilse, Heinz / Morgenstern, Eve / Poppei, Marianne (1980a): "Substance P as a modulator of physiological and pathological processes". *Neuropeptides and neural transmission*. International brain research organization (IBRO) monograph series. C. A. Marsan und W. Z Traczyk (eds.) 73–84, New York: Raven Press.
- Oehme, Peter / Hilse, Heinz / Morgenstern, Eve / Göres, Erhard (1980b): "Does Substance P produce analgesia or hyperalgesia?" *Science*. 208, 305–307.
- Oehme, Peter / Hecht, Karl / Faulhaber, Hans-Dieter / Nieber, Karen / Roske, Irmgard / Rathsack, Ragna (1987): "Relationship of Substance P to catecholamines, stress and hypertension". *Journal of Cardiovascular Pharmacology* 10 (Suppl. 12), 109–111.
- Oehme, Peter / Hecht, Karl (2017, 2022): *Reflections on Substance P research*. Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin.
- Roske, Irmgard / Rathsack, Ragna / Oehme, Peter / Hilse, Heinz (1983): "Influence of chronic immobilization on blood pressure and Substance P-like immunoreactivity in plasma and adrenals of wistar rats". *Pharmazie*. 38, 491.
- Scholle, Sabine / Zwacka, Gerhard / Scheidt, B. / Glaser, S. / Oehme, Peter / Rathsack, Ragna (1989): "Screeningprogramm zur Erfassung von Kindern mit einem erhöhten SIDS-Risiko (Plötzlicher und unerwarteter Kindstod)". *Klinische Pädiatrie* 201, 377–381.
- Scholle, Sabine / Zwacka, Gerhard / Glaser, S. / Knöfel, B. / Scheidt, B. / Oehme, Peter / Rathsack, Ragna (1990): "Substance P, mean apnoe duration and the sudden infant death syndrome (SIDS)". *Biomedica Biochimica Acta*. 49, 249–256.
- Schreiber, Jens G. / Becher, Gunter / Slapke, Jürgen / Engelmann, C. / Liedtke, D. / Nieber, Karen / Oehme, Peter (1987): "Einfluss von Substanz P auf Denervierungseffekte beim allergischen Meerschweinchenasthma". *Pharmazie*. 42, 556–557.
- Schreiber, Jens G. / Becher, Gunter / Slapke, Jürgen / Nieber, Karen / Oehme, Peter (1988a): "Influence of Substance P on the bronchial reactivity of sensitized and nonsensitized guinea pigs in vivo". *Biomedica Biochimica Acta*. 47, 93–94.
- Schreiber, Jens G. / Slapke, Jürgen / Nieber, Karen / Oehme, Peter (1988b): "Long-term effects of Substance P on the isolated guinea pig trachea". *Biomedica Biochimica Acta*. 47, 799–803.
- Singh, Suraj Kumar / Dwivedi, Shradha Devi / Yadav, Krishna / Shah, Kmal / Chauhan, Nagendra Singh / Pradhan, Madhulika / Singh, Manju Rawat / Singh, Deependra (2023): "Novel biotherapeutics targeting biomolecular and cellular approaches in diabetic wound healing". *Biomedicines*. 11(2): 613.
- Suvas, Susmit (2017): "Role of substance P neuropeptide in inflammation, wound healing, and tissue homeostasis". *The Journal of Immunology*. 199(5): 1543–52.
- Tang, Lei / Xu Guo-Tong / Zhang Jing-Fa (2023): "Inflammation in diabetic retinopathy: possible roles in pathogenesis and potential implications for therapy". *Neural Regeneration Research*. 18(5): 976–82.

- Vaidyanathan, Lalitha (2021): “Growth factors in wound healing—a review”. *Biomedical and Pharmacology Journal* 14(3): 1469–80.
- von Euler, U. S. / Gaddum, J. H. (1931): “An unidentified depressor substance in certain tissue extracts”. *Journal of Physiology* (London). 72, 74–87.
- von Euler, U. S. / Pernow, B. (eds) (1979): *Substance P. Nobel Symposium 37*. New York: Raven Press.
- Wachtel, Elena / Koplik, Elena V. / Kolometseva, I. A. / Balzer, Hans-Ulrich / Hecht, Karl / Oehme, Peter / Ivanow V. A. (1987). “Vergleichende Untersuchungen zur Wirkung von DSIP und SP1-11 auf stressinduzierte chronische Schlafstörungen der Ratte”. *Pharmazie*. 42, 188–190.
- Wang, Fenglan / Chen, Zhongqun / Guan, Guiyu / Zhang, Jun (2025): “Substance P (SP) in the retina”. *Synaptic Plasticity – Neurobiology, Neuroanatomy, and Clinica Neuroscience*. Ed. Mavroudis, Ioannis. Intertec Open. DOI: 10.5772/intechopen.1008670.
- Wang, Shudan / Naderi, Amirreza / Kahale, Francesca / Ortiz, Gustavo / Forouzanfar, Katayoon / Chen, Yihe / Dana, Reza (2024): “Substance P regulates memory Th17 cell generation and maintenance in chronic dry eye disease”. *Journal of Leukocyte Biology*. 116(6): 1446–53.
- Zhao, Xiao-Nan / Bai, Zen-Zi / Li, Cheng-Hua / Sheng, Chuan-Lun / Li, Hong-Yan (2020): “The NK-1R antagonist aprepitant prevents LPS-induced oxidative stress and inflammation in RAW264”. *7 macrophages. Drug Design, Development and Therapy*. 1943–52.

Corresponding author Gerhard Pfaff: pfaff.pigmente@gmx.de



Etappen der Raumfahrtgeschichte im Spiegel der Philosophie des 20. Jahrhunderts.

Ein Streifzug durch die Literatur der Space Advocacy

Michael Schumann (Universität Potsdam)

Veröffentlicht: 30. November 2025

Abstract

Irrespective of spaceflights popularity in the media, approaches supplied by the humanities to make sense of global space activities are conspicuously rare. Owing to this lack by which academic philosophy resembles mainstream sociology, another approach must be advanced via popular advocacy literature. This genre, correctly termed „Space Advocacy“, in fact has precedents for the negotiation of spaceflights meaning in society, dating back to the 19th century at least. However, because of the ambition to relate topical issues of today’s public discussion to its preceding connections with the spaceflight movement, the submitted paper’s field of interest will embrace the 20th century only. Accordingly it subdivides the last century of spaceflight history into five distinct phases of twenty years: 1. The *stage of preparation* (1910er to 1920er), illustrated with Konstantin Tsiolkovsky and his views on the social utopia of space; 2. The *stage of reorientation* (1930er to 1940er), made obvious by Sir Arthur Clarke under the heading of satellite-based globalization; 3. The *stage of consolidation* (1950er to 1960er), reframed with Hannah Arendt against her skeptic reservations because of supposed world-alienation; 4. The *stage of attrition* (1970er to 1980er), as witnessed by Krafft Ehricke in critical response to planetary ‚Limits to Growth‘; and finally, 5. The *stage of pluralization* (1990er to 2000er), as evidenced by Robert Zubrin and the anticipation of emerging multiplanetary relations. Each of them corroborates the relevance of spaceflight for the humanities.

Zusammenfassung

Trotz massenmedialer Dauerschleife sind geisteswissenschaftliche Einordnungsversuche weltweiter Raumfahrtaktivitäten bislang erstaunlich rar gesät. Entsprechend dieses Mankos, worin akademische Philosophie dem Gros zeitgenössischer Soziologie ähnelt, bietet sich eine Alternativroute über die Populärliteratur. Gemeint ist das Genre der „Space Advocacy“, in welchem schon im 19. Jahrhundert über den gesellschaftlichen Ort von Weltraumfahrt verhandelt wurde. Wegen des Interesses sinnfällige Etappen der Raumfahrtbewegung auf ihre fortwirkenden Diskussionskontexte rückzubeziehen, soll das Augenmerk vorzugsweise dem 20. Jahrhundert gelten. Unterteilt wird das Jahrhundert in Sinneinheiten von zwanzig Jahren: 1. die *Vorbereitungsetappe* (1910/20er), illustriert an Konstantin Ziolkowski mit Blick zur Gesellschaftsutopie; 2. die *Reorientierungsetappe* (1930/40er), ersichtlich bei Arthur Clarke unter dem Fokus der satellitengestützten Globalisierung; 3. die *Konsolidierungsetappe* (1950/60er), informiert über Hannah Arendt im Vorbehalt ihrer Skepsis gegen drohende Weltentfremdung; 4. die *Zermürbungsetappe* (1970/80er), beglaubigt mit Krafft Ehricke in Antwort auf planetarische ‚Grenzen des Wachstums‘; sowie 5. die *Pluralisierungsetappe* (1990er-2000er),

ersichtlich an Robert Zubrin und der Vorwegnahme multiplanetarer Beziehungen. Zusammen bekräftigen sie die geisteswissenschaftliche Relevanz von Weltraumfahrt.

Keywords

Space Advocacy, Konstantin Tsiolkovskys, Cosmic philosophy, Russian Cosmism, autotrophic man, Arthur Clarke, geostationary satellite (COMSAT), The Unification of the World, Global Village, Hannah Arendt, world-building, earth-alienation, Archimedean point, Krafft Ehricke, Limits to Growth, the extraterrestrial imperative, Astronautical Humanism, Robert Zubrin, Mars Direct project, Kardashev scale, new interplanetary relations, Space Philosophy

Schlüsselwörter

Raumfahrtapologetik, Konstantin Ziolkowski, kosmische Philosophie, russischer Kosmos, autotropher Mensch, Arthur Clarke, geostationärer Satellit, Die Vereinigung der Menschheit, Globales Dorf, Hannah Arendt, Weltwerdung, Erd-Entfremdung, Archimedischer Punkt, Krafft Ehricke, Limits to Growth, extraterrestrischer Imperativ, Raumfahrthumanismus, Robert Zubrin, Mars Direct, Kardashev-Skala, interplanetare Beziehungen, Weltraumphilosophie

Präliminarien zur Raumfahrtgeschichte aus dem Gesichtspunkt der Space Advocacy

Gleich vorab, noch ehe auf die nähere Gliederung einzugehen ist, scheint eine Präzisierung des gewählten Themas fällig. Obzwar es im Nachfolgenden um „Raumfahrtgeschichte im Spiegel der Philosophie des 20. Jahrhunderts“ gehen soll, folgt die Darstellung nämlich nicht unbedingt jener Schwerpunktsetzung, welche man mit dieser Formulierung am ehesten assoziieren würde. Wo es bis heute noch immer am institutionalisierten Diskursrahmen zur geisteswissenschaftlichen Durcharbeitung der (mittlerweile weltweiten) Raumfahrtaktivitäten mangelt, die akademische Philosophie sich historisch gegenüber diesem Sachgebiet tendenziell reserviert gezeigt hat,¹ bedarf es einer umschreibenden Annäherung zum Gegenstand.

Dieser alternative Zugang folgt dabei einem Genre, das Raumfahrtgeschichte seit mindestens dem 19. Jahrhundert begleitet, aber erst im letzten Jahrhundert vollends professionalisiert worden ist.² Gemeint ist die ‚Populärliteratur‘ des mittlerweile internationalisierten

¹ Ein vergleichbares Bild zeigte bis vor Kurzem die Soziologie, welche immerhin den Sprung zur Etablierung ausgereifter Diskursfelder geschafft hat. Mehrere Angebote schicken sich mittlerweile an, das soziologische Denken im Weltraumkontext zu rekonfigurieren und eine ‚verpasste Gelegenheit‘ (z.B. Maruyama 1976a; 1976b) wettzumachen. Dazu gehören: 1. *Astrosoziologie* (siehe Pass 2018) mit Fokus für die Rahmenprobleme des ‚Humanfaktors‘ in Raumfahrtsystemarchitekturen zur Minimierung kontraproduktiver Verhaltensadaptationen und der Erforschung weltgesellschaftlicher Raumfahrtphänomene; 2. *Exosoziologie* (siehe Schetsche/Anton 2019) als futurologische Krisenforschung im Vorgriff der Konfrontation mit Extraterrestrischen und dem Studium ihrer Sozialsysteme; sowie 3. *Soziologie der Weltraumfahrt* (siehe Fischer/Spreen 2014), deren Grundlagenreflexion aufzuklären sucht, inwiefern kulturalisierende wie naturalisierende Zugänge vermöge ihrer methodologischen ‚Unbegrifflichkeit‘ außerstande sind, das genuin Menschliche am Raumfahrtphänomen zu erfassen.

² Exemplarisch sei der russische Dichterfürst Vladimir Fedorovich Odovetsky (1804–1869) angeführt, der in einem Briefroman das Motiv der Kometenabwehr mit lunarer

Genres zur Raumfahrtapologetik (englisch: „Space Advocacy“), in dem Motive, Kontexte und Aussichten jeweils zeitgenössischer Raumfahrtaktivitäten verhandelt bzw. näher ausbuchstabiert werden. Obschon seitens der Akademia bislang selten reflektiert,³ lässt sich ihrer „Öffentlichkeitsarbeit“ ein (trans)kultureller Begleittext entnehmen, der sich um die Legitimierung von Weltraumfahrt bemüht. Entsprechend finden sich hier Ansätze, die insofern als ‚Philosophien‘ anzusehen sind, als sie entweder systematische Einordnungen probieren, oder als situative Stellungnahmen aus Kreisen der akademischen Philosophie eingebracht wurden.

Begreiflich scheint dieses Genre vortrefflich geeignet, ihm zentrale Schlüsselthemen für eine verallgemeinerte Besinnung auf den historischen Gesamtkomplex Weltraumfahrt zu entnehmen. Dennoch soll im Weiteren vorzugsweise das 20. Jahrhundert im Mittelpunkt stehen, da einerseits die Literaturlage hierzu besser erschlossen ist und sich andererseits ein nachvollziehbarer Spannungsbogen über geläufige Raumfahrt Ereignisse ergibt. Der Titel führt also keineswegs auf den Holzweg: Es geht um Konturierung eines Nebenzweigs der Philosophie des 20. Jahrhunderts, den man nur deshalb kaum zur Kenntnis nimmt, weil es nur Wenigen in den Sinn kommen dürfte, diesen vergleichsweise unakademischen Diskurs zu konsultieren.

Zumal das Format der ‚Präsentation‘⁴ keinen Raum für weitschweifige Ausführungen lässt, geht es vorliegend weder um ein vollständiges Autorenportfolio, noch um eine historische Detailübersicht. Es muss für alles Weitere sein Bewenden haben, die Aufmerksamkeit auf einen intellektuellen Nischenbereich zu lenken, dessen historisch-kontingente Ausübung einen (soweit ungewürdigten) Impuls für die geisteswissenschaftliche Reflexion auf Raumfahrtaktivitäten anbietet.⁵ Wenn man hierdurch zwischen dezidierten ‚Raumfahrtphilosophien‘ und reinen ‚Nebenbeschäftigung‘ mit dem besagten Gegenstandsbereich zu

Ressourcenextraktion verknüpft (vgl. Moynihan 2021: 4–7). Oder der britische Afrikareisende William Winwood Reade (1838–1875), der in seinem ‚evolutionären Epos‘, das erstmals Afrikas Rolle in der (europazentrischen) Universalgeschichte befragt hat (vgl. Reade 1872: 161f., 282, 295–297, 384–387; siehe Hesketh 2015), die Plausibilität der Bevölkerungsverteilung im Motiv kosmischer Wanderschaft einräumt: „And then, the earth being small, mankind will migrate into space, and will cross the airless Saharas which separate planet from planet, and sun from sun. The earth will become a Holy Land which will be visited by pilgrims from all the quarters of the universe.“ (Reade 1872: 515, vgl. 538).

³ Eine Ausnahme bildet das Spektrum weltraumethischen Erwägens. Als raumfahrtapologetische Denkübung etwas früher nachweisbar (z.B. Clarke 1957a; Stapledon 1948), denn genuin akademische Interventionen (z.B. Ginsberg 1971; siehe Schwartz/Milligan 2016), erfahren raumfahrtapologetische Motive in diesem Setting ihre Güteprüfung auf normative Verbindlichkeit (siehe Schwartz 2017a; 2017b). Die offizielle Institutionalisierung begann jedoch erst im Jahre 2000 seitens der UNESCO (vgl. Schwartz/Milligan 2016: 4–7), um die sich zusehends internationalisierenden Raumfahrtpraktiken und Gemeinschaftsprojekte transparenter zu kodifizieren.

⁴ Beim vorliegenden Paper handelt es sich um die gründliche Überarbeitung eines beim *Raumfahrtgeschichtlichen Kolloquium 2024* gehaltenen Vortrags. Abgesehen von den zahlreichen Fußnoten wurde der Umfang beibehalten.

⁵ Sobald sie zum unaufhaltsamen ‚Selbstläufer‘ geworden sind, sie nicht also mehr vor irdischer Fiskalplanung standhalten müssen, dürfte das Genre Raumfahrtapologetik durch Allgemeinbesinnungen oder Strategieplanungen ersetzt werden, weil entsprechende Aktivitäten nicht länger den Befugnissen (und der Jurisdiktion) irdischer Territorialstaaten unterstehen. Die vielen Hürden um dorthin zu kommen, lassen sich nachfolgend indes nicht vertiefen.

unterscheiden lernte, hätte man einen ersten wichtigen Schritt für die interdisziplinäre Arbeitsteilung getan.⁶

Nach diesen kurzen Vorbemerkungen, noch ein letztes Wort zur Gliederung des anberaumten Literaturbefundes. Der Übersichtlichkeit halber, sinnfällige Etappen des technisch realisierten Weltraumfluges auf zeitgenössische Diskussions- und Verwertungskontexte rückzuziehen, sind mehrere Sinneinheiten von 20 Jahren vorgesehen: 1. die frühen Pionierstudien, 2. die Kriegserfahrungen mit dem V2-System, 3. die ersten Flüge künstlicher Orbitalsatelliten, 4. die Post-Apollo-Ära und 5. das Nachspiel der ‚Space Exploration Initiative‘. Obschon die Unterteilung kritisierbar ist, gewisse Überlappungen sich kaum abstreiten lassen, geht es lediglich um konzise Linienführung. Besagte Zeitsprünge korrespondieren jedenfalls passgenau zum zeitgeschichtlichen Problembewusstsein von fünf Persönlichkeiten, die bis heute in der ‚Space Community‘ bekannt sind: ein Theoretiker, ein Science-Fiction-Autor, eine Philosophin und zwei Ingenieure.

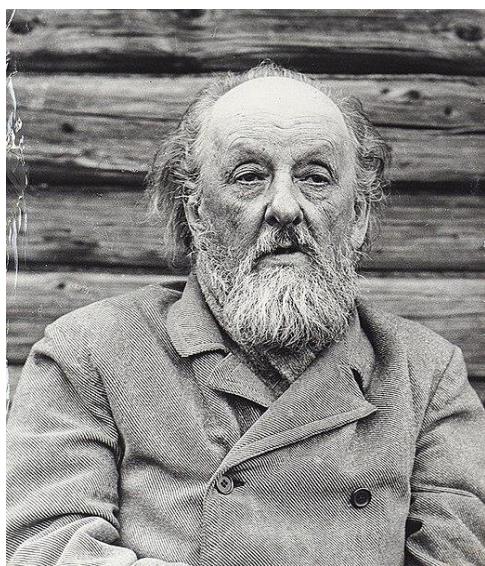


Abb. 1: Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski im Jahr 1934 (N. A. Mozhaykin)

1 Vorbereitungsetappe der 1910/20er: Konstantin E. Ziolkowski (1857–1935)

Zunächst der Patron der theoretischen Kosmonautik: Konstantin Ziolkowski. Den meisten vermutlich eher für seine mathematischen Studien, technischen Zeichnungen und Modellbauten geläufig, bietet er tatsächlich eine schillernde ‚kosmische Philosophie‘ (mit der Ziolkowski seine Lebensaufgabe für sich gerechtfertigt hat), die hinsichtlich ihrer politisch inopportunen Gehalte weitgehend in den Archiven gelandet ist, während man seine euphorische Science Fiction (siehe Tsiolkovsky 1960a; 1960b; 1960c; 1960d), technischen Papiere und unverdächtigen Sachtexte unverhohlen rezipiert hat.⁷ Ziolkowski ist dennoch einzubeziehen, da sich bei ihm *das erste wichtige Schlüsselthema, die utopische Sehnsucht nach einer besseren Gesellschaft* (fernab der Belastungen durch Erden- schwere und Biosphäre), wiederfindet.

Diese Sehnsucht erklären nicht zuletzt seine persönlichen Lebensumstände, da er sich als verarmer Schulmeister aus der Provinz verdingen musste, bis er 1921 eine bescheidene (aber

⁶ Nochmals präzisiert: Es geht hierbei um die Unterscheidung zwischen Philosophien, welche sich sachlich über die Strukturbedingungen faktischer Weltraumfahrt formieren, im Gegensatz zu jenen Denkanstrengungen, wo dieses Thema lediglich eines unter beliebig anderem darstellt. Man könnte diesen Punkt anhand von Disziplinen unterstreichen, die ihre Existenz allein der Raumfahrtkontextualisierung verdanken (vgl. Schumann 2019: 4-7; 2020: 386 Fn. 1).

⁷ Keineswegs wurde die Zirkulation der von Ziolkowski zwischen 1914 bis 1931 im Eigenverlag gedruckten ‚Philosophie-Broschüren‘ staatlicherseits unterdrückt (vgl. Hagemeister 2012: 136; Siddiqi 2016: 146f.). Es war vielmehr ihre Inopportunität für die Heldenverehrung, deretwegen man seine teils ‚bedenklichen Spekulationen‘ (z.B. Artenlese, globale Raumschiffsökologie, Orthogonalrealitäten) entweder höflich ignoriert, oder durch politische Korrektheit im öffentlichen Austausch ‚tabuisiert‘ hat (vgl. Hagemeister 2012: 143; siehe Gavriushin 1995).

lebenslange) Pension durch ein Dekret Lenins erhielt (siehe Yudin 1981). Platziert vor dem Horizont möglichen Lebens im Universum, betont sein für das 19. Jahrhundert repräsentatives Denken jedenfalls eine in die Zukunft extrapolierte Disziplinarordnung, die gemäß den Vorstellungen älterer ‚Sozialutopien‘ (siehe Creagh 1991) wenig gemeinabträglichen Spielraum beließe. So erlangt ihm Weltraumfahrt an Bewandtnis, dient sie als Menschheitsprojekt einer nach sozialplanerischem Maß gefügten Gesellschaft, um gerechtere Lebensumstände jenseits etablierter Eigentumsverhältnisse, territorialer Souveränitäten und Vorurteile zu ermöglichen.

Ausgelobt ist damit ein unbeschwertes ‚Leben an der Sonne‘, vorzugsweise inmitten der materiellen Überfülle des Asteroidengürtels (vgl. Tsiolkovsky 1960b: 101–107; 1960e: 333f., 338), in Befreiung aus leidvollen Verstrickungen einer (unregulierten) irdischen Lebe- und Leidewelt. Entsprechend sekundiert dieser Vision ein unbarmherziges Geoengineering, idealiter ausgeführt von einer mit ökologisch-planetarer Beräumung betrauten „labour-army front“ (Tsiolkovsky 2018a: 115; vgl. Ciolkovskij 2005b: 253; 2005c: 334),⁸ die Erde aus ihrem wilden Zustand in ein leidbefreites ‚Raumschiff Erde‘ umzuwandeln – das gleichsam zur Blaupause auswärtiger Siedlungsformate diente.⁹ Solche Habitatentwürfe, Ziolkowskis Ausgang einer Projektion wachsender Industrieaktivitäten über die Lebensdauer der Sonne hinaus (vgl. Tsiolkovsky 1960e: 370–372), denkt er sich als Produktionsgenossenschaften in ‚extraterritorialen Gewächshaushabiten‘ (vgl. Tsiolkovsky 1960d: 304–309), kommunalen Selbstverwaltungen mit ‚exzellenzstrebiger Sozialdisziplin‘ (vgl. Ciolkovskij 2005a: 245–247; 2005b: 263–277), um solaren Energieüberschuss im Ansinnen der ‚Menschheitsentwicklung‘ zu bewirtschaften.

Diese komplementaristische Bifurkation das Celestiale und das Irdische in wechselseitiger Auslegung zu begreifen, findet ihre spekulative Synthese in der Selbstvervollkommenung des Menschentieres als eines ‚vakuumadaptierten Schmetterlings‘ (vgl. Tsiolkovsky 1960b: 101–103; 1960d: 302; 1960g: 413), der Engeln gleich um die Sterne kreisen würde, wie es andere ‚perfektionierte Wesenheiten‘ (nach heilsgeschichtlicher Erwartung) seit Äonen täten.¹⁰ Solch physische Ergänzung zu rein moralischer Ertüchtigung weist Ziolkowski den Königsweg,

⁸ Was aus der Retrospektive für eine Schattenseite gehalten werden darf. Nicht bloß hätte es gewisse Implikationen für die „Verbesserung des Menschengeschlechts“ (vgl. Ciolkovskij 2005a: 247–249; 2005b: 258f.) und den Umgang mit vorgeblich ‚Imperfektem‘ in der größeren Lebewelt (vgl. Tsiolkovsky 2018a: 114–130; 2018b: 143–147); auch erschien diese ältere Spielart eines „Moral Equivalent of War“ (James 1910), die globale Säuberungsaktion gegen ‚böse Keime‘ *in toto* auszulösen, nach heutigem Kenntnisstand durchaus selbstzerstörerisch.

⁹ Für Ziolkowski eine atmosphärenlose, durchgefrorene und biosphärearme Asteroidensiedlung, welche sozusagen auf Erden antizipiert und durchexerziert (vgl. Ciolkovskij 2005c: 336f.; Tsiolkovsky 2018a: 128–130), was am Überlebensmilieu im Asteroidengürtel (unter gegebenen Umständen) vorauszusehen wäre.

¹⁰ Tatsächlich nahm Ziolkowski die (im Nachhinein irrtümliche) Beobachtung sichtbarer Atmosphären bei den Asteroiden Ceres und Pallas zum spekulativen Ausgang, darin ‚Ringstrukturen‘ von Sonnensystembesuchern zu imaginieren (vgl. Tsiolkovsky 1960b: 118 Fn.; 1960f: 389). Nach seinem Erlösungsdenken diene solch diskretes Vorgehen jenen ‚perfektionierten Wesenheiten‘ bei ihrer Äonenwacht (vgl. Ciolkovskij 2005c: 344–346; 2005e: 381; Tsiolkovsky 2018b: 147), um die aspirierende Selbstvervollkommenung aus ‚Horten der Imperfektion‘ mit größter Vorsicht (und noch größerer Distanz) zu evaluieren – falls hiesige Anstrengungen vom rechten Wege abkommen und ‚das Urteil‘ vollstreckt werden muss (vgl. Tsiolkovsky 2018a: 130; 2018b: 144–147, 150, 154).

zuletzt noch das Habitatmilieu abzustreifen, indem vormals wildläufige Umweltbezüge zum fotoautotrophen Metabolismus integriert würden (vgl. Tsiolkovsky 1960b: 105–107; 1960g: 411–414), quasi-autarke ‚Mikro-Erden‘¹¹ mit offenem Vermehrungspotenzial zu konsolidieren.

Gemäß dieser Variierung des Perfektibilitätsargumentes für Menschheit und Gesellschaft, der unabsehbaren Verbesserungsfähigkeit vor der Projektionsfläche eines kategorisch offenzuhaltenden Universums, erscheinen anderweitig herandrängende Komplikationen begreiflich domestizierbar. Für die erste Etappe mit erklärt revolutionärem Gestus entscheidend, verrät Ziolkowski somit jene alten Verunsicherungen in der sozialen Frage modernisierter Massengesellschaften, deren vorgestellte Lösungsansätze sich aller Register bedienten, als diese um die Jahrhundertwende zunehmend akut wurde. Gewiss ließe sich über diese Philosophie weit mehr anführen,¹² doch ging es vorstehend allein um solche Aspekte seines Opus, die in früheren Dezennien wenigstens tendenziöse Prägewirkung entfalten konnten, oder dem Verständnis derselben zuarbeiten.

2 Reorientierungsetappe der 1930/40er: Sir Arthur Charles Clarke (1917–2008)

Sodann der bekennende ‚armchair astronaut‘: Arthur Clarke. Bis heute für den Film „2001 – Odyssee im Weltraum“ (siehe Clarke 1968) gerühmt, bietet er eine originelle ‚Philosophie der Astronautik‘, deren erste Ausführung, später nur unwesentlich abgewandelt (z.B. Clark 1957), als Verschriftlichung eines 1946 bei der Jahreshauptversammlung der „British Interplanetary Society“ gehaltenen Vortrags erschien. Zumal sich Clarke seit den 1930ern literarisch versuchte, zu den frühen Mitgliedern besagter Gesellschaft gehörte (vgl. Winter 1980: 92) und während des Zweiten Weltkriegs bei der Radarabteilung der Royal Air Force mitgewirkt hat (vgl. Clarke 1966b: 118), erklärt sich sein Interesse, das Raketenstystem auch außerhalb des Verwertungskontextes als Kriegswaffe zu rechtfertigen – das seinem Londoner Publikum nur allzugut in Erinnerung war. Clarke behält Signifikanz, wo er *das zweite wichtige Schlüsselthema, den Beitrag von Satellitentechnik für die Weltkommunikation*, erstmals offen gelegt hat.

¹¹ In der Literatur zum Russischen Kosmismus sind diese „animal-plants“ (vgl. Tsiolkovsky 1960b: 93–107; 1960c: 155f.; 1960g) unter ‚autotrophic man‘ bzw. ‚autotrophic being‘ geläufig (siehe Gacheva 2019: 173–175). Am biomorphen Konzept für quasi-autarke Weltraumhabitaten fand diese Figur beim US-Futurologen Dandridge McFarlan Cole (1921–1965) ihre unüberbietbare Apotheose: Als Kabinenökologie von hochkompatter Architektur integrierte das sogenannte „Macro Life“-Biotope (vgl. Cole 1960: 93 Figure 7, 97; 1965: 105f.) den „Closed-Cycle Man“, letztendlich eine Erweiterung des Cyborg-Konzepts (vgl. Cole 1965: 112 Figure 12, 117), zum Endosymbionten eines ‚vakuumadaptiven Superorganismus‘ (vgl. Cole 1960: 92f.; 1965: 106).

¹² Hierzu gehört seine dem 19. Jahrhundert verbundene ‚Ätherkosmologie‘ (siehe Ciolkovskij 2005c: 325–330; Tsiolkovsky 1960h), wonach das sichtbare Universum bloß eine Phase im größeren Weltenzyklus eines Multiversums sei (vgl. Ciolkovskij 2005d: 374–376; 2005e: 385–387), welche den feinen Weltstoff mit jedem Zyklusende (relativ zum nächsten Zyklus) verdichte – und die voraufgegangene Lebewelt ‚spiritualisiert‘. Ferner sein ‚panpsychistischer Monismus‘ (siehe Ciolkovskij 2005c: 314–323; Tsiolkovsky 2018b: 134–136, 143; 2018c) des empfindsamen Weltstoffes, der jedem Partikel potenzielle Subjektivität zuspricht, die über für sich reale Empfindungssubjekte (wie Tiere oder Menschen) einen kontinuierlich-emergenten Empfindungsstrom ausbilde (vgl. Ciolkovskij 2005c: 317–322; Tsiolkovsky 2018b: 147–152; 2018c): In finaler Materialkonfiguration gewahrten ‚spiritualisierte Wesenheiten‘ schließlich die Glückseligkeit in weltenthobener Autarkie, bis zum Ende ihres diesseitigen Äons.



Abb. 2: Sir Arthur C. Clarke
2005 in seinem Heim in Co-
lombo, Sri Lanka (Quelle:
en:Image:Clarke sm.jpg)

Dabei ist nicht zu erkennen, dass die technische Möglichkeit eines ‚geostationären Kommunikationssatelliten‘ (mit Relaisfunktion für die damalige Radiotechnik) bereits 1945 von ihm besprochen wurde (siehe Clarke 1945a: 1945b).¹³ Wodurch sein Zugang auf Weltraumfahrt, obgleich von Untertönen des Kalten Krieges durchsetzt, seither dem Gedanken der satellitengestützten Völkerannäherung unterstand, etwaige Blockbildungen zwischen den Weltregionen (ebenso die kulturpolitische Gegenstrebigkeit des Globalen Südens) mit Telekommunikationstechnologie zu destabilisieren (siehe Clarke 1966c; 1966d; 1970). Mag er dann gelegentlich andere Motive aufgreifen, die ihrerseits einem nützlichkeitszentrierten oder einem wissenschaftspolitischen Interesse andienen, gehörte Clarke tatsächlich zu den frühesten Advokaten der Globalisierung (siehe Clarke 1992) – mit all ihren pittoresken wie kuriosen Seiten.¹⁴

Belehrt ist dieser weltpolitische Einsatz vom universalgeschichtlichen Gestus des britischen Historikers Arnold Joseph Toynbee (1889–1975). Dessen ehedem provokantes Thesenpa-

pier „The Unification of the World“ (siehe Toynbee 1948) prophezeite nämlich ‚Verwerfungen‘ zum Ende des kolonialen „oceanic age“, sobald die agrarische Weltbevölkerungsmajorität industriell erwacht ist (vgl. ebd. 24f.). Gleichwohl Clarke diese ‚Inspiration‘ später fehlerhaft rückdatierte,¹⁵ liegt sein Genie in der visionären Kooptation der Orbitaltechnologie als einer gerade rechtzeitigen Antwort, die namensgebende „Challenge of the Spaceship“ (Clarke 1946) auszuloben: Orientiert an Toynbees Vorlage der ‚Challenge-Response-Struktur‘ (vgl. Poole 2012: 262–267; siehe Michaud 1998) zur Erklärung der Genese unikater Zivilisationen, fordert sie die Ergreifung emergenten ‚Organisationsbedarfs‘,¹⁶ den hieraus erwachsenden ‚politischen Steuerungsinstitutionen‘ ein langfristig nachwirkendes Kulturerbe aufzuprägen, das strategische Potenziale der Weltlage entfaltet.

Diese Stilisierung des Raumfahrtzeitalters zur „greatest physical challenge that life on this planet had faced“ (Clarke 1966a: 3), eben bis die globalisierte Ära gefestigt wurde,

¹³ Allerdings hat Clarke eingeräumt, dass er eventuell unbewusst einer Inspiration aus der seinerzeitigen Science-Fiction gefolgt ist (vgl. Clarke 1966b: 124; 1992: 163–167), wo ein Relais-Satellit die Kommunikation mit der Venus garantierte, sollte der Funkkontakt mit der Erde sonnenstellungsbedingt vorübergehend obliteriert werden.

¹⁴ So erfreute sich Clarke unverhohlen der ihm entgegengebrachten Sympathie in UN-Kreisen (z.B. Clarke 1986: 274), denen wohl seine Fürsprache galt, parallel zum Ausbau bestehender UN-Kompetenzen nicht einfach prä-elektronische Weltregionen vom ‚Irrweg‘ ihres erstarkenden Nationalismus abzuhalten, sondern die Erde im post-politischen „Global Village“ zu unifizieren (vgl. Clarke 1966c: 122, 134–138; 1966d: 151–155; 1970: 36; 1986: 275f.).

¹⁵ Nach Selbstauskunft soll der von Toynbee am 17. 11. 1947 gehaltene Vortrag, bei dem er zugegen gewesen sein will (z.B. Clarke 1966a: 3; 1992: 9, 215), das 1946er Paper zur ‚Challenge‘ inspiriert haben (vgl. Clarke 1966a: 3) – was chronologisch kaum zutreffen kann (vgl. Poole 2012: 262, 265). Viel wichtiger scheint ohnehin das Statement.

¹⁶ Das damals absehbare ‚Strukturproblem‘ für die Erde waren (und sind) die ökonomisch (z.B. Amin 2017) wie kulturell geführten Dekolonisationskämpfe (z.B. Ziai 2012). Gegenüber den vormaligen Selbstverständlichkeiten interzivilisatorischer Umgangsformen nötigen sie eben zu gewissen ‚Konzessionen‘ (siehe Toynbee 1953: 54–61).

korrespondiert wiederum mit Clarkes literarischem Mythos vom ‚Erwachsenwerden der Menschheit‘ (siehe Clarke 1968; 1987; 1997) – den zuträglichen Lehrjahren vor dem interstellaren Erstkontakt, im technisch-organisatorisch ‚herausfordernden Setting‘.¹⁷ Zumal Clarke hierin die Menschheit ihrer ‚kosmischen Juvenilität‘ (z.B. Wells 1975 [1935]: 141f.) gemahnt, die sich für unheimliche Begegnungen zuallererst wappnen müsste, legt seine Vorahnung von dereinst ‚posttechnischen Verhältnissen‘ (vgl. Clarke 1948: 66f.; 1953b: 202; 1992: 260f.) eine interessante Familienähnlichkeit zum Denken Ziolkowskis nahe.¹⁸ Allerdings hat dieses Doppelspiel, die Menschheitsunifikation mit dem ‚Standhalten vor Extraterrestrischen‘ (vgl. Clarke 1946: 75f.; 1948: 66f.; 1959: 187f.) zu verbinden, auf seine eigene Langzeitvision insoweit geozentrisch abgefärbt, als er die zivilisatorische Priorität geozentrierten Zusammenhalts für ausgreifende Raumfahrtaktivitäten voranstellt (vgl. Clarke 1986: 274–276; 1987: 15–19; 1997: 98–102, 251).

Unter Vorschub derart globalisierungsfreundlicher Argumente, bei antizipiertem Rückbau von Kommunikations- und Transportbarrieren infolge der raketen- und satellitentechnischen ‚Eroberung des Erdraums‘ (vgl. Clarke 1966d: 156), wird die alte Kulturmission ins Visionäre transformiert. Für die *zweite Etappe* entscheidend, das damalige Umdenken konzis einfangend, spiegelt Clarke die Verunsicherungen einer kriegszerrütteten westlichen Zivilisation wider, welche die *Frage nachhaltiger Friedenssicherung* in den Erdorbit ausweitet. Wollte man sie in den erweiterten Problemkreis menschlicher Zukunftsfähigkeit einordnen, hätte an dieser Stelle nun jene soziotechnisierte ‚Selbstdomestikation‘ einzusetzen, die bei Clarke mit spekulativen Exkursen zur ‚Mensch-Roboter-Partnerschaft‘ (z.B. Clarke 1961; 1986: 65–71; 1997: 37–46) verwoben ist.

3 Konsolidierungsetappe der 1950/60er: Hannah Arendt (1906–1975)

Als nächstes stattdessen die Philosophin: Hannah Arendt. Noch heute in der Akademie verehrt, wird sie wegen anderweitiger Beiträge zumeist als politische Denkerin der Nachkriegszeit wahrgenommen. Ihre Beschäftigung mit Weltraumfahrt setzte just zum ‚Sputnik-Schock‘ ein (vgl. Arendt 1994: 7–9, 263) und rekapituliert aus gegebenem Anlass die Signifikanz des Orbitalsatelliten, für die wissenschaftlich-technische Phase der ‚Abnabelung vom irdischen Bedingungsgefüge‘ (vgl. ebd. 9).¹⁹ Doch findet sich ihre wichtigste Stellungnahme im Band

¹⁷ Sein Mythenthema der Heranreifung zu kosmischer Signifikanz zieht sich wie ein roter Faden durch Clarkes Science Fiction: Illustriert an der von juvenilem Verdruss aus ihrer Erstarrung gerissenen Endzeit-Megalopolis, welche infolge ein längst vergessenes Erbe antritt (vgl. Clarke 1948: 64-70; 1957b: 166-191); der Schulung der letzten Menschengeneration zur Teilhabe am ominösen ‚Overmind‘ (vgl. Clarke 1953a: 165-186, 200-216); oder der von Sternenreisenden veranlassten Anthropogenese als Beginn der Technikgeschichte (vgl. Clarke 1968: 18-37).

¹⁸ Den vielfach angeführten Ausspruch Ziolkowskis (über das Verlassen der Erde als ‚Wiege der Menschheit‘) hat Clarke entsprechend präzisiert: ‚The Earth is indeed our cradle, which we are about to leave. And the Solar System will be our kindergarten‘ (Clarke 1973: 79; vgl. Clark 1957: 23; Clarke 1946: 70; 1959: 189f.).

¹⁹ Ihre politisch-philosophische Besinnung sondiert eingangs ‚Grundbedingtheiten‘ (Arendt 1994: 13), die Generationenfolge im ‚Leben‘, den umfriedeten Siedlungsraum der ‚Welt‘, die Gleichzeitigkeit divergenter Standpunkte in der ‚Pluralität‘, sowie die Lebensereignisse ‚Natalität‘ und ‚Mortalität‘, welche eine historische Selbstvergewisserung als Anhaltspunkte stets erneuerungsbedürftiger, kulturschaffender Antworten orientieren (vgl. ebd. 14-25). Gleichwohl ihres ‚Rezeptionsbias‘ (siehe Schumann 2023a: 56f.) für europäische Geistesgeschichte besticht die oftmals überlesene Hintergrundbedingtheit der



Abb. 3: Hannah Arendt auf dem 1. Kulturkritikerkongress 1958. Barbara Niggli Radloff, FM-2019-1-5-9-16 (cropped).jpg

„The Great Ideas Today 1963“ (siehe Hutchins/Adler 1963) der Encyclopaedia Britannica, welcher die Beiträge eines Symposiums zu den Konsequenzen der Weltraumfahrt für „die menschliche Statur“ vereint.²⁰ Arendt scheint hierdurch bedenkenswert, als sie *das dritte wichtige Schlüsselthema, die öffentlichkeitsbildende Interdependenz* (schon auf Erden) konturiert; ein Bedingungsgefüge, zu dem Welt- raumreisende bislang noch stets zurückfinden mussten.

In besagtem Aufsatz besticht nun die ‚Leitdistinktion‘ (vgl. Arendt 1963: 35–37, 43–46) zwischen dem mit technischen Infrastrukturen gekoppelten ‚Humanfaktor‘ (eines bei Gelegenheit anonymisierbaren Beitrags) und der öffentlichkeitsbezogenen Erwartung an dieselbe Adresse (worin Anonymität nicht vorgesehen ist). Arendts zugehörige Besinnung lässt sich insofern als ‚Rückwendung aus dem Orbit‘ begreifen (vgl. ebd. 47; siehe Huchingson 1990), als sie nach dem zwischenmenschlichen Standort in einem jede naive Gemeinverständlichkeit überschreitenden Universum zurückfragt (vgl. Arendt 1963: 38–43), wo Betroffene erstmals ihre geteilte Heimat auf Erden gewahren. Es ist gewissermaßen die

„Erde“ (Arendt 1994: 16–18). Ihretwegen bahne sich mit der Weltraumfahrt etwas Außerordentliches an (vgl. ebd. 7–9): „Die radikalste Veränderung in der menschlichen Bedingtheit, die wir uns vorstellen können, wäre eine Abwanderung auf einen anderen Planeten, und diese Vorstellung ist ja heute keineswegs mehr eine müßige Phantasie. Dies würde heißen, daß die Menschen ihr Leben den irdisch-gegebenen Bedingungen ganz und gar entziehen und es gänzlich unter Bedingungen stellen, die sie selbst geschaffen haben. Der Erfahrungshorizont eines solchen Lebens wäre vermutlich so radikal geändert, daß das, was wir unter Arbeiten, Herstellen, Handeln, Denken verstehen, in ihm kaum noch einen Sinn ergäbe. Und doch kann man kaum leugnen, daß selbst diese hypothetischen planetaren Auswanderer noch Menschen blieben; aber die einzige Aussage, die wir über ihre Menschennatur machen könnten, wäre, daß sie immer noch bedingte Wesen sind, wiewohl unter solchen Verhältnissen die menschliche Bedingtheit nahezu ausschließlich das Produkt von Menschen selbst wäre.“ (ebd. 17, vgl. 257f.) Umso bemerkenswerter als Weltraumfahrt ursprünglich kein Thema ihrer Besinnung sein sollte (vgl. Finney 1988: 155), sie aber aufgrund des Sputniks kurzfristig eine Revision am publikationsfertigen Buchmanuskript vorgenommen hat (vgl. Simbirski 2016: 590).

²⁰ Der Vollständigkeit halber seien die restlichen Beiträger notiert: Herbert J. Muller zuerkennt die mit dem wissenschaftlichen Fortschritt wachsende ‚Statur‘ (vgl. Muller 1963: 5f., 10, 16f.), bei Betonung gewisser Ambiguität eben desselben (vgl. ebd. 8, 11f.). Aldous Huxley rekonstruiert die Abhängigkeit vom kulturellen Referenzsystem (vgl. Huxley 1963: 21–30) und sieht ‚Staturvergrößerung‘ nur jenseits des dualistischen Weltbildes (vgl. ebd. 32f.). Paul Tillich wähnt ‚die Statur‘ unangetastet, trotz Bedenken an elitistischen Untertönen der Weltraumplanung (vgl. Tillich 1963: 58f.), wofern protestantische ‚religio‘ weiterhin offensteht (vgl. ebd. 54–57). Und Harrison Brown verkauft ‚das wissenschaftliche Abenteuer‘ der NASA (vgl. Brown 1963: 61, 70–72) ... Beleuchtet wurde damit die Frage: „Has Man’s Conquest of Space Increased or Diminished His Stature?“ (Hutchins/Adler 1963); welche die öffentlich finanzierte Verfolgenswürdigkeit des Weltraumspektakels, im Hinblick auf nicht absehbare Auswirkungen für „man’s view of himself and to the human condition“ (ebd. 2) eruiert.

humanisierende Gegenseite eines an sich öffentlichkeitsindifferenten Technologieprojektes, in welchem sich die Menschen kaum voreinander wiederfinden könnten, hätten sie ihre Lebensführung allein darin zu fundieren.

Diesen denkbaren Verlust geteilten Weltbezugs evident zu machen (vgl. ebd. 45f.), dient Arendt die Polarisierung des am Gemeinsinn orientierten Laienpublikums (welchem sie sich selbst zurechnete), entgegen dem vom Gemeinverständ entkoppelten Zugang der modernen Physik (vgl. ebd. 36f., 43f.). Denn spätestens im allgemeinen Erfordernis an eine Öffentlichkeit zurückzukommunizieren,²¹ entdecke sich die stets präsupponierte ‚Mitbürgerperspektive‘ (siehe Arendt 1994: 164–243) selbst bei denjenigen, die aufgrund ihres fachspezifisch reduzierten Erfahrungszuschnittes einen solchen Bezugsrahmen gegebenenfalls übersehen mögen. Womit Arendt keine pauschale ‚Wissenschaftsskepsis‘ (siehe Milligan 2015) suggeriert, sondern an die impliziten Kontraste zwischen vermittelungsbedürftigen Perspektiven erinnert.

Schließlich überhöhe der ‚Rückzug aus dem Erscheinungsraum‘ (siehe Arendt 1994: 267–287), indem man das Alltägliche mit seinen gemeinweltlichen Vorannahmen schmäht, jenen abstrakten ‚Beobachterstandpunkt‘ (vgl. Arendt 1963: 39f.; siehe 1994: 256–264) von dem aus sich kein Leben führen lasse – weil für ihn keine Mitmenschen vorgesehen sind. Ehe Raumreisende derartiger Auflösung ihres Lebensmittelpunktes unversehens anheimfallen, eine Bewegung in dem naturwissenschaftlicher Fortschritt navigiere (vgl. Arendt 1963: 44–47), warnt Arendt vor dieser Tendenz (unter ‚freischwebenden Verhältnissen‘, ohne weltbildendes Gegenlager) als „journey into space and to the Archimedean point with respect to earth“ (Arendt 1963: 46f.; siehe 1994: 252–262).²² Würde man das irdische Gesamt an Voraussetzungen öffentlichkeitsbildender Interdependenz demzufolge ‚aus den Angeln heben‘, wären Menschen auf ihre austauschbare Funktion zur Instandhaltung technisch-anonymer Infrastrukturen reduziert: ‚Einmontierte Monteure‘ (vgl. Anders 1994: 27f.).

Anhand solcher Bedenken die sich Argumenten gegen ‚technologischen Determinismus‘ zwanglos einreihen, ohne andererseits das Außerordentliche am Orbitalflug zu schmälen,

²¹ Berührt ist die von der Arendt-Exegese häufig übersehene Tätigkeitsform des ‚Hineinhandelns‘ (Arendt 1994: 225–228; 316f., 350 En. 13); die Veranlassung unumkehrbarer Prozesse mit unübersehbaren Streuwirkungen, darüber das anderweitig isolierte Laboratorium zu einem nicht länger lokalisierbaren ‚Echtzeitexperiment‘ gerate. Soweiit auch die Wissenschaft und Expertokratie fehlbar bleiben, keime also das Erfordernis öffentlicher Diskurse auf (potenziell maßloses) ‚Hineinhandeln‘ zu begrenzen, oder wenigstens alle Zuständigen an ihre gemeinweltliche Teilhabe und Verantwortung des Mitbürgerseins zu erinnern (vgl. Arendt 1963: 36f.).

²² Als Denkfigur für den intellektuellen Habitus, einen Ort außerhalb der sinnlich-evidenten Gemeinwelt des Alltags einzunehmen (vgl. Arendt 1963: 46f.; 1994: 18, 256f., 276f.), erklärt Arendt hieraus gerade die Leistungsfähigkeit ‚weltentfremdeter Forschung‘. Deren Reduktion des Gemeinsinns auf ‚logische Verstandestätigkeit‘ (Arendt 1994: 159f., 276f.), ihr Angewiesensein (beim weiteren Vordringen in physikalische Substrukturen) auf eine ‚mathematische Symbolsprache‘ (ebd. 259–262) die sich dem Alltagsverständnis weitgehend entzieht (vgl. Arendt 1963: 37–40; 1994: 279–281), erlaube zuallererst die Entfesslung von ‚Kräften‘ (etwa die Detonation von Nuklearsprengsätzen), welche im ‚Haus halt der Erde‘ bisher unbekannt gewesen sind (vgl. Arendt 1963: 40, 47; 1994: 185f., 256, 262f.). Genau diese alles Alltagsirdische übersteigende Perspektive, als würde man körperlich auf Erden weilen, indes man mental längst vom Orbit auf sie herabblickt (vgl. Arendt 1994: 259f., 315), nennt Arendt eine (immerhin gelingende) ‚Erd-Entfremdung‘ (ebd. 246f., 258).

wird naiver Raumfahrtenthusiasmus an seine unausgesprochenen Voraussetzungen erinnert. Für die *dritte Etappe* entscheidend, nun die Konsolidierungsphase des Kalten Krieges betreffend, artikuliert Arendt die Verunsicherungen einer politisch entfremdeten Generation, die mit *der Frage nach der menschlichen Mitte* technokratische Großprojekte entlarvt. Gleichwohl sich moderneskeptische Lesarten ihres Denkens anbieten, hält man Arendt für eine romantisierende Philhellenin, lässt sich hier eine kosmopolitische Seite abgewinnen, da der Hinweis auf Konsolidierung interdependent Öffentlichkeit für alle „Wohnstätten der Menschheit“ gälte.²³



Abb. 4: Krafft Arnold Ehrcke
(<http://www.astronautix.com/astros/ehrcke.htm>)

4 Zermürbungsetappe der 1970/80er: Krafft Arnold Ehrcke (1917–1984)

Weiters ein Mitglied der Peenemündegruppe: der Raumfahrtgenieur Krafft Ehrcke. Zumindest für Insiderkreise einer der bekanntesten Raumfahrtapologeten des 20. Jahrhunderts, stützt er sein Programm zur Industrialisierung des Mondes (ähnlich wie bei Ziolkowski als intellektuelles Vermächtnis gedacht), auf eine umfassende philosophische Gesamtschau (siehe Ehrcke 1971; 1972; 1978; 1981b; 1982). Obschon mit einigen Jahren „Vorlauf“ (z.B. Ehrcke 1957) hat er diese erst zum Höhepunkt der Apollo-Missionen ausformuliert, als die Gewissensprüfung finanzierbarer Anschlussprojekte virulent wurde. Ehrcke bewahrt dabei an Strahlkraft, weil er *das vierte wichtige Schlüsselthema, die extraplanetarische Industrieaktivitätsauslagerung* zur dauerhaften Biosphärenentlastung²⁴ wider allen „Grenzen des Wachstums“ (vgl. Ehrcke 1974: 585–593; 1982: 19–21; siehe Meadows et al. 1972) unabirrt durchexerziert hat.

²³ Wider jener pauschalisierenden „Lesart“ (z.B. Ćirković 2019: 166) die lediglich „space skepticism“ (Milligan 2015) sehen möchte, belehrt gerade die neuere politische Philosophie zum „Weltraumliberalismus“ (siehe Cockell 2009; 2022), wo man Arendts Liebling der republikanischen Selbstverwaltung (im Stile eines stadtstaatlichen Politenverbandes) würdigend in Betracht zieht (vgl. Cockell 2010: 37 En. 55), wie man Arendts politisches Denken in vorläufige Planungen für deliberativ verfasste Habitate einbeziehen kann (vgl. Cockell 2008: 272 En. 21, 273 En. 28; 2010: 34 En. 38).

²⁴ Keineswegs war er damit unikat. Mag von den „Vordenkern einer Weltraumindustrialisierung“ (z.B. Cole 1963; Oberth 1929: 378f.; Tsiolkovsky 1960e) am ehesten Ziolkowski etwas Ähnliches im Sinne gehabt haben, unterstand jener Vorschlag zu Ehrckes Zeiten der Proklamation einer „Third Industrial Revolution“ (vgl. Stine 1975: 19–26; siehe 1979), die, noch ehe der IT-Sektor den Tag für sich entscheiden konnte (siehe Bell 1989) und das Shuttle-System alle „hochgesteckten Erwartungen“ (siehe O’Neill 1978: 128–137, 156f., 160f., 163f.; Stine 1975: 7f., 34–52) enttäuschte, eine weltraumbezogene Güter- und Dienstleistungsrevolution hätte initiieren sollen (siehe Stine 1975: 75–127); wie man es heutzutage wieder erwägt (siehe Schwab/Davis 2018: 211–219). Genau in diesem Setting figurierte auch die pastorale Fantasie eines utopischen „Gartenplaneten Erde“ (vgl. O’Neill 1978: 263; 1981: 233–239; Stine 1975: 11, 26, 161–168), den zumindest Ehrcke nicht derart schnurrig auftischen wollte.

Mit Spalte gegen Denkzirkel wie dem „Club of Rome“, wählt er die ‚weltraumoffene Biosphäre‘ (siehe Ehricke 1972) zur systematischen Einordnung der ökologischen Selbstgefährdung, um deren Domestizierung mithilfe der kontinuierlichen Erschließung größerer Energiepotenziale begreifbar zu machen. So hätte sich der Ermessensspielraum jener vormals anaeroben „First Earth“ (vgl. ebd. 2–4; 1982: 21; 1985: 828), allein kraft der Fotosynthese zur aeroben Biosphäre eines *weltraumenergiegestützten* Haushalts der „Second Earth“ (vgl. ebd. 2–4; 1982: 22f.; 1985: 828f.) erweitert. Exakt dieses Muster möchte Ehricke unter Hinzunahme des Mondes als weltraumwürige Rekonstitution industrieförderlicher Bedingungen wiederholt sehen, um den *weltraumindustriegestützten* Übergang zur „Third Earth“ (vgl. Ehricke 1982: 23; 1985: 829) anzubahnen. Seine hiervon zehrende ‚Mondentwicklungsstrategie‘, ein weitläufiger Industrialisierungsplan für das größere Sonnensystem (siehe Ehricke 1974; 1981a; 1984; 1985), kann vorliegend ausschließlich punktuell umrissen werden.²⁵

Zentral gehört hierzu ein dreischrittiger Phasenverlauf (vgl. Ehricke 1978: 19f.; 1981b; 1985: 830), aus dem Ehricke sein Ablaufmuster für die Entwicklung anderer circumsolarer (wie extrasolarer) Gestirne ableitet: Den Anfang machte „exoindustrialization“ (vgl. ebd. 16–19; 1981b: 108–112; 1985: 834–840), die statt Energiezulieferung (durch Photovoltaik bzw. Orbitalspiegel) oder informationstechnologischer Dienste, einzig auswachsende Mineralschürfung priorisiert, hierauf einen rentablen Industriestandort zu begründen. Ihr folgte „exourbanization“ (vgl. ebd. 19f.; 1981b: 112f.; 1985: 840–842) in langfristiger Entwicklungsambition, einen zur Erde konkurrenzfähigen Zivilisationsnebenzweig einzufrieden, der größeren Spielraum für subtile Projekte abseits materieller Anreize vorweisen könnte. Diese Reihe finalisierte „extraterrestrialization“ (vgl. ebd. 20; 1981b: 114; 1985: 840, 853f.), idealerweise im Horizont einer pazifizierten Eintracht des geolunaren Systems, welche das einmal gesetzte Muster mit Selbstläufigkeit ‚auswärtsorientiert‘.

Mehrere Facetten dieses „extraterrestrial imperative“ (siehe Ehricke 1971; 1978; 1981b) für weltraumaffine Kulturalleger buhlen um ‚Astronautischen Humanismus‘.²⁶ Zunächst die astrobiologische Folie der Weltraumoffenheit, mit welcher Ehricke Biosphäretypen dahin gehend differenziert, ob sie „astrogenic“ von externen (etwa solaren) Energiefaktoren abhängig sind (vgl. Ehricke 1972: 3–5, 8 Figure 5; 1985: 828), oder „planetogenic“ einer energetischen Selbsteinspeisung (wie beim Jupiter) ähneln (vgl. ebd. 2f., 4 Figure 2; 1985: 828). Ferner die Begleitempfehlung auf Zähmung roher Naturgewalten dank ergriffener Energie-

²⁵ Ihre Highlights umfassen: lunares „strip mining“ (Ehricke 1974: 602, 606; 1981a: 24, 26; 1985: 844f.), stationäre Orbitalsiedlungen bzw. „independent city-states“ (Ehricke 1971: 26; 1978: 14; 1981b: 112f.), eine „Selenopolis“ (Ehricke 1981a: 30; 1984: 47f.; 1985: 832, 840–842) zur Organisierung der Industrieaktivitäten, Mehrzwecksatelliten für Energie („Powersoletta“), Nachtbeleuchtung („Lunetta“) und Landwirtschaft („Biosoletta“) auf Erden (vgl. Ehricke 1978: 11–16), sowie Weltenschiffe als miniaturisierter „sovereign, mobile neocosm“ (ebd. 16, 20; 1981b: 113; 1985: 833). Bei dieser Aussicht versteht man jene Suggestion, im Mond einen ‚Extrakontinent für die Erde‘ (vgl. Ehricke 1981b: 124; 1985: 853) und am Erde-Mond-System ein „binary planetary system“ (Ehricke 1984: 55) vorzufinden, in dessen Referenzrahmen Ehricke auf besonnene Kohabitation hoffte.

²⁶ Minimal sind zwei Varianten zu unterscheiden. Denn nur der „astronautical humanism“ mit Votum für ‚unbehindertes Unternehmertum‘ (vgl. Bernasconi 1995; Woods 2016: HE.200–1900) sucht geistigen Anschluss zu Ehricke (siehe Bernasconi/Bernasconi 2004). Seine Nemesis mit Achtung vor dem internationalen Verteilungsregime der ‚Mond-Vereinbarung‘ (vgl. UNOOSA 2017 [1979]: 35f. Article 11.5–11.7; siehe Marshall 1995) hat sich zwischenzeitlich unter dem Label „space humanism“ profiliert (vgl. Arnould 2011: 129–131, 183–187).

und Rohstoffquellen, was schon der britische Ökonom *Thomas Robert Malthus* (1766–1834) erahnte,²⁷ um offenem Bevölkerungssurplus die Subsistenz zu ermöglichen (vgl. Ehricke 1974: 585–587; 1982: 19f.). Zuletzt die „fundamental laws of astronautics“²⁸ als Axiome hinter Ehrickes Selbstverständnis (vgl. Ehricke 1957: 65–68): Dergestalt würde die Gelegenheit auf Bewältigung der Notwendigkeit zur Pflicht – ohne des Menschlichen kosmische Exzep-tionalität zu behaupten.

Aus Warte dieser anti-malthusianischen Argumentationslinie,²⁹ nach welcher dem Wert-schöpfungsprozess bloß kontextsensitive Limitationen auferlegt sind, hätte die Verabsolu-tierung der vielen Unverfügbarkeiten im ‚gegenwärtigen Erdsystem‘ keine große Halbwert-zeit. Für die vierte Etappe entscheidend, im rigorosen Kampf wider dem Zeitgeist, provoziert Ehricke die Verunsicherungen einer von Verknappungsdiskursen geplagten Menschheit, welche ihre Subsistenzbedingungen mit der ökologischen Frage auslotet. Wollte man ein größe-res Bild, hätte hier die Kontrastierung von Ehrickes ‚nuklearenergiepolitischer Linie‘ (vgl. Ehricke 1981a: 26–31; 1985: 842–847), ihr Widerstreit zur solarenergiepolitischen Option des ‚erweiterten Erdsystems‘ anzusetzen,³⁰ um einen internen Publicitykonflikt am Industri-alisierungsgestus freizulegen.

²⁷ Zumindest in der anonym publizierten Originalausgabe seines „Essay on the Principle of Population“ findet sich das erstaunliche Zugeständnis: „The germs of existence contained in this spot of earth, with ample food, and ample room to expand in, would fill millions of worlds in the course of a few thousand years. Necessity, that imperious all prevading law of nature, restrains them within the prescribed bounds.“ (Anonymous 1798: 15) Hätte Malthus echte Forschungsoffenheit akzeptiert, statt radikale Verschiebungen für sein (theologisches) Weltbild abzuleugnen (vgl. ebd. 158f., 169f., 231–340, 346), wäre seine Befürwortung einer vollständigen Kultivierung der Erde, tatsächlich bis an ‚die Machbar-keitslimits‘ (vgl. ebd. 361, 364f.), eventuell zu einer konzessionsbereiteren Einschätzung gelangt – ohne wohlfeile Ausweglosigkeit des Massenelends für untere Gesellschaftsstrata zu propagieren.

²⁸ Ihrer sind drei: „First Law: Nobody and nothing under the natural laws of this universe impose any limitations on man except man himself. Second Law: Not only the earth, but the entire solar system, and as much of the universe as he can reach under the laws of nature, are man’s rightful field of activity. Third Law: By expanding through the universe, man fulfills his destiny as an element of life, endowed with the power of reason and wis-dom of the moral law within himself.“ (Ehricke 1957: 28 Informationskasten im Original Fettdruck und Kursiv).

²⁹ Eine Argumentation wohl gegen neuere Malthusianer, die Weltraumfahrt zur Kenntnis nehmen müssen, gleichwohl sie sich in der Verballhornung konstruierter Evakuierungs-szenarios ergehen (z.B. Hardin 1959; Piddington 1956: 121–130) – wenn sie ihre Impli-kationen nicht völlig ignorieren (z.B. Galton Darwin 1953). Malthus selbst scheint hier insofern ‚vorbildhaft‘, als er etwa menschliche Autotrophie zum Zwecke einer *reductio ad absurdum* evoziert (vgl. Anonymous 1798: 12, 281) und das mobile ‚Raumschiff Erde‘, das zumindest spekulativ veranlagte Naturen ernst nehmen (z.B. Clarke 1957b: 181f.; Stapledon 1937: 202–210, 239), um all diejenigen zu verspotten, welche an eine spontane Veränderlichkeit ‚der unverrückbaren Naturgesetze‘ glauben (vgl. Anonymous 1798: 240). Dabei wäre gerade das planetare Weltengefährt ein genuin astro-ingenieurisches Groß-projekt (siehe Birch 1993a; 1993b).

³⁰ Dazu nur Eckpunkte: Ausgehend vom astrografischen Verständnis für die rund 3 Millio-nen Kilometer bemessende Einzugssphäre, besser bekannt als „Greater Earth“ (Arnould 2011: 121-131; Woods 2017), deren Mittelpunkt die materielle Erde mitsamt

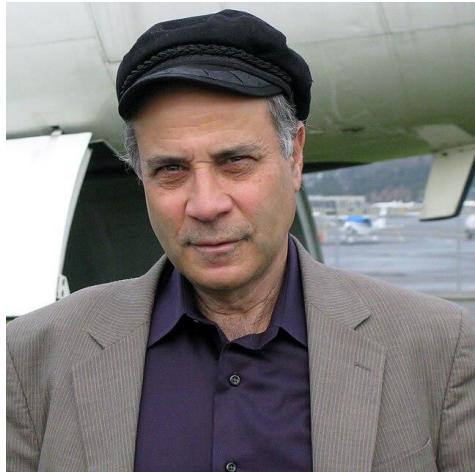


Abb.5: Robert Maynard Zubrin
(Quelle: Mars Society, <https://ticket.wikimedia.org/otrs/index.pl?Action=AgentTicketZoom&TicketNumber=2011021210008571>)

5 Pluralisierungsstufe der 1990/2000er: Robert Maynard Zubrin (*1952)

Zuletzt jedoch ein Ehricleaner:³¹ der Luftfahrtengineer Robert Zubrin. Als derzeit wohl bekanntester Advokat einer Entwicklung des Mars bietet er seine von der veränderten, weltpolitischen Lage belehrte Umakzentuierung in der Gesamtperspektive Ehrickes. Obschon er die US-amerikanische Pioniertradition gerne um ihrer selbst willen zelebriert (vgl. Zubrin 1999: 122–126; 2002: 139–141, 146), sucht er primär das innerwestliche Gedeihen entsagungsfreier Denkungsarten, denen es an Innovationsimpulsen mangelt (vgl. Zubrin 2012: 109–124; 2019: 310–315), mit kulturpolitischer ‚Bewusstmachung‘ einzudämmen. Zubrin gewinnt hierdurch Gewicht, als er *das fünfte und letzte Schlüsselthema, die internationale Kooperation infolge multiplanetarer Projekte* nahelegt, ohne ihre strategischen Nuancen zu übersehen.

Nach Wegfall jenes Systemkonflikts dem sich alle soweit besprochenen Situationsdiagnosen ausgesetzt sahen, untersteht der ‚Direktweg zum Mars‘ (siehe Zubrin/Wagner 1997) einem unvergleichlichen Setting. Daher erlaubt sich Zubrin eine Monopolisierung des ‚problemlosenden Erfindungsreichtums‘, ihm Signum der Menschwerdung infolge globaler Populationsverteilung (vgl. Zubrin 1999: 3–7; 2019: 312f.), zum heuristischen Probierstein für die transitorischen Aussichten einer globalisierten „Pax Mundana“ (Zubrin 1999: 8, 14f.). Bedenklich an solch saturierter Massengesellschaft ist ihm die apathische Schließung jener von der europäischen Renaissance erfundenen ‚Imaginationsdynamik‘ (vgl. ebd. 7, 15, 247; 2019: 315f.; siehe Heuser 2008), dem expansiv Unendlichen mit geschäftiger Ingeniosität entgegenzueilen.

Atmosphärenhülle darstellt (vgl. Deudney 2020: 70–82; ESA 2001: 20–23), lässt sich das energiepolitische Werben um orbitale Solarenergiesatelliten, in breitester Ersetzung fossiler Kraftstoffe (siehe Woods 2019; 2021), als strategisches Korrektiv situieren. Wie zu Ehricle vermerkt, auf den die „Space Energy Option“ (Woods 2021) programmatisch setzt (siehe Bernasconi/Woods 1993a; 1993b), führt das Problembewusstsein ‚planetarer Limitationen‘ spätestens dort auf Abwege, wo man diese ‚sublunar‘ orientiert und definiert. Dass derartiges Framing alle Weltraumfahrt stillschweigend (doch systematisch) obliteriert, zeigt der soziologische Befund zur landläufigen Ausblendung der Gleichläufigkeit von Raumfahrttechnik mit globalisiertem Situationsbewusstsein und nachrichtentechnischer Weltgesellschaft (vgl. Fischer/Spreen 2014: 7, 14–16; Pass et al. 2006: 2f.).

³¹ Wo Zubrin zum „fundraising staff of the Fusion Energy Foundation“ (Zubrin 1980: 64) gehörte, ehedem ein Publikationsorgan der LaRouche-Bewegung für die Ehricle bis heute als eine Art ‚Schutzpatron‘ figuriert (siehe Beets 2017; Freeman 2017), darf man ihn ‚ehricleanisch‘ nehmen. Zudem hat er diesem Organ mehrere ökologismuskritische Aufsätze beigesteuert (siehe Zubrin 1981a; 1981b; 1985), ist ihm Ehricle wohlbekannt (vgl. Zubrin 1999: 79, 275) und wurde sein altes Netzwerk für eine neuere Publikation reaktiviert (siehe Zubrin 2012).

Zur Beglaubigung seines Gedankengangs bemüht Zubrin eine ‚Große Erzählung‘³² die planetare Eroberung, welche Vorzugsstellung der USA und europäisierte Weltordnung mit dem Geschick ‚der Erfindungsreichen‘ verbindet (vgl. Zubrin 1999: xf., 3–20, 123f.; 2012: 1; 2019: 315f.). Am Zenit dieses säkularen Bewegungsimpulses nämlich, Stein des Anstoßes aufgrund ‚malthusianischer Allüren‘ (vgl. Zubrin 1999: 8; 2019: 311–313; siehe 2012: 5–24), erheben sich vermehrt Rufe nach Suffizienz und Post-Entwicklung.³³ In dieser Lage, die einmalige Chance am Ende des Kalten Krieges, bewirbt Zubrin den ‚unipolaren Moment‘ als Auftakt zur planetaren „Type I civilization“ (Zubrin 1999: xii, vgl. 75f.); folglich das kurze Zeitfenster für die Erzwingung einer interplanetaren „Type II civilization“ (ebd. xiif., vgl. 123–126, 188f.) auszunutzen,³⁴ ehe alle wohlplatzierten Einsätze durch unwiderrufliche Untätigkeit welthistorisch verspielt sind.

Während Zubrin nun sein Verve in den Mars investiert, jene große Liebe der US-Amerikaner seit Percival Lowells Marskanälen,³⁵ verrät es Einiges über den strategischen Import. Denn nicht nur fände am Mars eine Leitkultur ihren ‚Goldenen Apfel‘, circumsolare Entwicklung zu eigenem Vorteil auszugestalten (siehe Zubrin 2011: 232–234), auch sähen sich irdische Nationen einer Adjustierung ausgesetzt, der neuen Situation Rechnung zu tragen. Eben die Ironie falls es anders kommt als Clarke erhoffte: Analog zu „Selenians“ (z.B.

³² Ein passender Terminus *technicus* des Philosophen *Jean-François Lyotard* (1924–1998), da er die Legitimationsfrage jedes politischen Ordnungsregimes aufwirft (vgl. Lyotard 1988: 141f.), deren orientierende Wissensbasis in narrativer Fassung präsentiert wird: Ist es für die westliche Moderne stets ein „grand narrative of emancipation“ (ebd. 178–180), begreift man die bestätigende Konkordanz einer Selbstvergewisserung, die ihre sich überparteilich autorisierende „idea of freedom“ (vgl. ebd. 146f., 155–157, 178) als humanisierenden Selbsterfindungsgeist, den „*Homo technologicus*, man the inventor“ (Zubrin 1999: x, 5, vgl. 3–7) darbietet. Von dieser Grundlage aus versteht sich das Ausgeschlossene in der Vorenhaltung neuer ‚Expansionschancen‘ (vgl. ebd. 8, 216, 275f.), das erwartete Übel „if the Pax Mundana should result in a stagnant, zero growth world“ (ebd. 126; vgl. 2019: 316).

³³ Selbstverständlich ist zu differenzieren, wenn jemand den Primat auf ökonomische Entwicklung, mithin das ganze Anliegen westlicher Entwicklungshilfe seit 1949 in Verteidigung nicht-industrieller (resp. außerwestlicher) Lebensentwürfe und Selbstverständnisse kritisiert (vgl. Esteva 1992: 6f., 12–17; Ziai 2017: 2547f.). Bei allem Entgegenkommen für Betroffene lässt sich in den zugehörigen Diskursen eine gewisse Tendenziösität indes nicht ableugnen, welche „The Astronaut’s Perspective“ (Sachs 1997: 295, 297f.; 2015: 78, 83–86) offenbar mutwillig im technokratischen Albtraum erschöpft sehen möchte (vgl. Sachs 1992: 34–39; 1994: 173f.).

³⁴ Angelehnt an die Typologie des Radioastronomen *Nikolai Semjonowitsch Kardaschow* (1932–2019) kosmische Zivilisationen nach deren Energieoutput zu klassifizieren (vgl. Kardashev 1964: 219), ordnet Zubrin solche anhand ihrer Expansionsdomäne (vgl. Zubrin 1999: x, xii). Impliziert Typ-1 Verfügbarkeit planetaren Ausmaßes (Kardaschow) bzw. planetare Unifikation (Zubrin), suggeriert Typ-2 das Energiepotenzial von Zentralgestirnen (Kardaschow) bzw. (multi)stellare Organisationen (Zubrin) und Typ-3 galaktische Energiegrößen (Kardaschow) bzw. kosmische Universalmächte (Zubrin).

³⁵ Obgleich dieser Topos als allgemein bekannt vorausgesetzt werden darf, ist seine nachwirkende Faszination bis in die 1950er Jahre hinein zu betonen (z.B. Von Braun 1960: 189–195). Indem Zubrin von Brauns Entwürfe aus jener Zeit für „*Battlestar Galactica*“ (Zubrin/Wagner 1997: Bildseite 8) erklärt, markiert sein ‚Direktweg zum Mars‘ (siehe ebd. 121–176) eben nicht bloß in konzeptueller Hinsicht einen Generationenwechsel.

Ehricke 1981a: 31) ließe eine Marszivilisation beispiellose Konfliktlagen zwischen ‚emergenten Fraktionen‘ (vgl. Zubrin 1999: 149f.) absehen, deren politische Rückwirkungen zur raumfahrttauglichen ‚Kooperation der ganzen Erde‘ beitragen könnten.

Entlang derart kulturgespeister Argumentation, ungeachtet ihrer Einseitigkeit und blinden Flecke, aktualisiert das historische Gedächtnis die unterbestimmte Relevanz eines seit Jahrhunderten angebahnten, von zunehmend diversen Stakeholdern antizipierten Unterfangens. Für die *fünfte und letzte Etappe* entscheidend, einer unübersichtlichen Lage gebührend, bekundet Zubrin die Verunsicherungen eines destabilisierten geopolitischen Kräfteverhältnisses, dem die *multipolare Frage* große Unsicherheit verheißt, liest man sie (in Worten Ehrickes) von einer ‚polyglobalen Konstellation‘ her. Insofern hat Zubrins Versuch einer westlichen Selbstvergewisserung ihren kulturpolitisch unvergleichlichen Nutzen, da sich langfristig alle irdischen Weltregionen auf ihren Beitrag für künftige Weltraumkulturen werden besinnen müssen.

6 Raumfahrtgeschichtliche Gedächtnisbildung mit Aussicht

Was den Durchgang wichtiger Raumfahrttappen des 20. Jahrhunderts betrifft, die Konturierung der Referenzautoren in ihrem zeitgeschichtlichen Problembewusstsein, soll dieser sein Bewenden haben. Bevor eine kurze Nachbemerkung zum Verhältnis von Philosophie und Weltraumfahrt anschließt, sind die getätigten Ausführungen nochmals auf ihre Schwerpunkte zusammenfassen. Mit der kompakten Autorenbesprechung und den zugeordneten Etappen ging es begreiflicherweise weder um eine abschließende Würdigung jener (teilweise unzureichend erschlossenen) Gesamtwerke,³⁶ noch um alternativlose Highlights aus der vorliegend ‚europazentrisch‘ konnotierten Raumfahrtgeschichte des letzten Jahrhunderts.³⁷

Zunächst einmal diente die geraffte Durchsicht, das generelle Interesse für das Schriftgut der „Space Advocacy“ zu wecken und die Annahme zu unterfüttern, dass sich in diesem Genre so manch intellektuelle Brillanz versteckt hält, welche die Akademia erst noch zu bergen hätte. Dennoch sind an dieser Auswahl denkbar geeignete Themengebiete umrissen, an denen die Konfrontation mit den (nicht intendierten) gesellschaftlichen Auswirkungen weltweiter Raumfahrtaktivitäten anschaulich zur Sprache kommt – ungeachtet ihres wiederkehrend populären Formats. Insofern finden sich hieran wertvolle Zugänge für eine eingehendere Beschäftigung, selbst bei Fehlen jeglichen Interesses an einer Verteidigung von Weltraumfahrt.

³⁶ Exemplarisch der Fall Ehrickes: Die vom Smithsonian Institute angelegte Liste der „Krafft Arnould Ehricke Papers“ (siehe <https://sova.si.edu/record/NASM.2003.0025>) (31.01.2025) erweist sich als schlichte Illustration des Archivalienkorpus. Eine anderweitig vollständige Bibliografie sucht man vergebens.

³⁷ Zugegeben ist dies ein Desiderat, dem sich kraft Sprachbarriere niemand im Alleingang widmen könnte. Um einer nachgestellten Würdigung des Globalen Südens willen, seien jedoch zwei Highlights des ibero-amerikanischen Beitrags herausgegriffen: Zur Recherche hiesiger Raumfahrtapologetik böte der argentinische Raketenpionier *Teófilo Melchor Tabanera* (1908–1981), früher Raumfahrtapologet und Begründer der Argentinischen Interplanetaren Gesellschaft in den 1940ern (vgl. Winter 1983: 117; siehe Ordway 1982), einen geeigneten Startpunkt. Sein Landsmann *Aldo Armando Cocca* (1924–2020) wiederum, hat seit Beginn des Raumfahrtzeitalters das (angefochtene) Weltraumrechtskonzept des „common heritage of mankind“ (Cocca 1989) beworben: Als Strukturmerkmal in die (unterratifizierte) ‚Mond-Vereinbarung‘ (siehe UNOOSA 2017 [1979]) integriert, bietet dieses eine konzeptuelle Alternative zur souveränen bzw. privatwirtschaftlichen Territorialisierung von Weltraumressourcen (vgl. Marshall 1995: 50–52), bei welcher die Entwicklungsländerbeteiligung den Hintergedanken prägt.

Wollte man einen geisteswissenschaftlichen Raumfahrtzugriff folglich instruieren, dies sei als Bilanzierung betont, gehörten nachfolgende Schlüsselthemen unausweichlich dazu: Mit dem *ersten Schwerpunkt*, der *utopischen Sehnsucht nach einer besseren Gesellschaft*, verbindet sich zuvörderst die soziale Frage. Sie dürfte den größeren Erwartungshorizont solange heimsuchen, wie noch Aussicht auf radikalen Wandel besteht. Zumal selbst diejenigen eine Art ‚Utopie‘ kultivieren, welche ernsthaft die sternenhältige Flucht vor Erde und Menschheit erwägen (z.B. Ettinger 1972: 205–207), bloß um eine Komplettrevision etablierter Spielregeln mithilfe technologischer Durchbrüche auszuleben. Dem *zweiten Schwerpunkt*, der *orbital gestützten Weltkommunikation*, bliebe hingegen der Problemkomplex ‚Echtzeitkontakt‘ verbunden, wofern fehlende Korrespondenz schnell zu Sicherheitsescalationen führt. Auch wer eine ‚weltraumerweiterte Verkehrsordnung‘ für unrealistisch hält (z.B. Deudney 2020: 366–381), könnte sich Fragen der Kommunikationsanbindung schwerlich entziehen, da sich Permanentauswirkungen ihrer Verhinderung bzw. Verweigerung eher früher als später von allein aufdrängen.

Am *dritten Schwerpunkt*, der *satellitentechnischen Entdeckung der Erde* als eines konkreten Gegenstandes (sei es im Bilde, oder als ‚globale Draufsicht‘ derjenigen im Außendienst), fände neben der Sentimentalität ebenso das Situationsbewusstsein für ‚Perspektivendifferenz‘ seinen Rückhalt. Eingedenk öffentlichkeitsbildender Interdependenz auf anderen Gestirnen, genuine ‚Earthncity‘ (Esfandiary 1973: 189) heraufbeschwörend,³⁸ dürfte gegenseitiges Entfremdungspotenzial weiter anwachsen, wenn ‚Irdisches‘ nicht länger den alleinigen Weltrahmen bildet, aber ‚kosmische Universalperspektive‘ bedenklich abstrakt wirkt. Der *vierte Schwerpunkt*, die *planetare Problematik zur Nachhaltigkeit*, mag außerhalb reifer Biosphären vernachlässigbar dünken. Wie allerdings Ziolkowski schon wusste, würde eine ökologische Komplikation ganz unabdingbar vom ‚Terraforming‘ (siehe Zubrin/Wagner 1997: 335–365) auferlegt,³⁹ solange artifizielle Mikroökologien der materiell-funktionalen Schließung bedürfen, um ein sich erneuerndes Wirkungsgefüge selbst dort zu stabilisieren, wo Ressourcen nur energieintensiv freisetzbar sind und systemisches Recycling die Verluste geringhalten muss.

Zuletzt der *fünfte Schwerpunkt*, die *fluktuierende internationale Kooperation*, welcher bereits in geozentrierter Konstellation mit wiederkehrenden Belastungsproben aufwartet. Ohne den Weltraumerfahrungen ihren gern notierten Beitrag für ‚eine pazifizierende Geisteshaltung‘ (z.B. White 2014: 143–150) abzusprechen, sind prospektiv ‚vertrauensbildende Maßnahmen‘ zwischen bewohnten Himmelsobjekten auszudenken, ehe sich Kontaktarmut und Entfremdung gegenseitig in die Hände spielen. *Damit prompt zur Nachbemerkung:* An den fünf ausgewählten Schlüsselthemen dürfte ein minimales *Verhältnis der Raumfahrtapologetik zur Philosophie* evident geworden sein. Über Verteidigung und Zweifelsbekundung entdeckt man nämlich unversehens ‚das philosophische Begründungsspiel‘ (siehe Gethmann 2000), eine kollektive

³⁸ Ein Neologismus für die Parochialität des ‚Chauvinismus für die Erde‘ sollte sich vormaliges Weltbürgertum auf den kleinsten Nenner ihres Erdbürgertums reduzieren, falls suggestiv kosmische Anklänge an den Realitäten scheitern. Solch radikalen Umschwung könnten intermundiale Beziehungen provozieren, bleiben absehbare ‚Strukturprobleme‘ (siehe Deudney 2020) dauerhaft ungelöst; doch einer politischen Gesinnung im Vorausgriff ‚den Schwarzen Peter‘ zuzustecken (z.B. Ćirković 2022), hilft da recht wenig.

³⁹ So gerne Gesinnungsprediger den bereits kodifizierten Planetenschutz, also Dekontaminationsmaßnahmen gegen (unerwünschten) Mikrobenaustausch auf größere Reinhaltungsstrategien erweitert sehen möchten, um denkbaren Industriekontaminationen ab ovo zu erwehren (siehe Kramer 2014; 2017), genügte ‚ein gekaperter Asteroid‘ dezidiert bewirtschaftungs- und besiedlungsorientierte ‚Nachhaltigkeitsfragen‘ aufzuwerfen (vgl. Schumann 2023b: 2).

Praxis mit anfechtbaren Auswirkungen (für stets neu hinzutretende Stakeholder) spätestens dann als wohl begründet ausweisen zu müssen, will man ihre feste Institutionalisierung und Finanzierung einfordern. Von derartigen Begründungslasten wollte vorliegendes Paper nur einen Eindruck vermitteln.

Mit diesem Kontextwissen erscheint Raumfahrtphilosophie (englisch „space philosophy“),⁴⁰ sucht man allenthalben ‚kursierende Angebote‘ (z.B. Kirby 2013; Sandvoss 2008; Smith/Davies 2012) seriös einzuschätzen, nicht selten als marktschreierisch elaborierte Apologetik von und für Sonderinteressengruppen. Womit keineswegs bestritten sei, Ziolkowski und Ehricke sind hier gute Kandidaten, dass sich historische Geistesgrößen auffinden lassen (siehe Heuser 2008), die umsichtige Systematisierungen vorgenommen haben, welche der akademischen Philosophie verfolgenswerte Anschlüsse beisteuern. Nur braucht dieses Denken am besten eine interdisziplinäre Einbettung mit ausreichender Selbstkontextualisierung, damit fehlende Institutionalisierung nicht als Indiz für bodenlose Schwärzmerei missverstanden wird.

Bibliografie

- Amin, Samir (2017): „The Sovereign Popular Project: The Alternative to Liberal Globalization“. *Journal of Labor and Society*, 20/1, 7–22.
- Anders, Günther (1994): *Der Blick vom Mond. Reflexionen über Weltraumflüge*. 2. Auflage. München: C.H. Beck.
- Anonymous [= Thomas Robert Malthus] (1798): *An Essay on the Principle of Population, as it Affects the Future Improvement of Society. With Remarks on the Speculation of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers*. London: Printed for J. Johnson, in St. Paul's Church-Yard.
- Arendt, Hannah (1963): „A Symposium on Space. Has Man's Conquest of Space increased or diminished his Stature?“ *The Great Ideas Today 1963*, hrsg. von Robert M. Hutchins und Mortimer J. Adler. Chicago, u.a.: Encyclopaedia Britannica, 34–47.
- Arendt, Hannah (1994): *Vita activa oder Vom tätigen Leben*. Achte Auflage. München/Zürich: Piper.
- Arnould, Jacques (2011): *Icarus' Second Chance. The Basis and Perspectives of Space Ethics*. With an Foreword by Buzz Aldrin. Wien/New York: Springer.
- Beets, Megan (2017): „Krafft Ehricke and Lyndon LaRouche. ,Lifting the Human Species Out of Its Ordinary Existence‘“. *Executive Intelligence Review* 44/12, 18–23.
- Bell, Daniel (1989): „The Third Technological Revolution. And Its Possible Socioeconomic Consequences“. *Dissent* 36/2, 164–176.
- Bernasconi, Marco Cornelio (1995): „Ethical Considerations in Astronautical Endeavours“. <https://thespaceoption.com/ethical-considerations-in-astronautical-endeavours/> (31.01.2025)
- Bernasconi, Marco Cornelio/Bernasconi Cristina (2004): „Why implementing the space option is necessary for society“. *Acta Astronautica* 54/5, 371–384.

⁴⁰ Diese Bezeichnung kann im Englischen, sofern ein explizit technologieorientierter Kontext fehlt, gelegentlich zu Verwechslungen mit Ontologien des Raumes führen, indem man „space“ für einen undifferenzierten Bezug auf ‚Raumhaftigkeit‘ nimmt. Zumal Fragen nach der Natur jenes Raumes in welchem man sich erdgebunden unlängst befindet, etwa für rechtliche Klärungsversuche zur Höhengrenze souveräner Befugnisse über den Luftraum von großer Relevanz sind (z.B. Gangale 2017), darf man jene terminologische Ambivalenz guten Gewissens in Kauf nehmen, ohne sich der Verwirrungsstiftung schuldig zu machen.

- Bernasconi, Marco Cornelio/Woods, Arthur R. (1993a): „Implementing the Space Option: Elaboration & Dissemination of a New Rationale for Space“. Part 1: The Rationale <https://thespaceoption.com/implementing-the-space-optionpart-1-the-rationale/> (31.01.2025)
- Bernasconi, Marco Cornelio/Woods, Arthur R. (1993b): „Implementing the Space Option: Elaboration & Dissemination of a New Rationale for Space“. Part 2: The Space Option <https://thespaceoption.com/implementing-the-space-option-part-2/> (31.01.2025)
- Birch, Paul (1993a): „How to Spin a Planet“. *Journal of the British Interplanetary Society* 46/8, 311–313.
- Birch, Paul (1993b): „How to Move a Planet“. *Journal of British Interplanetary Society* 46/8, 314–316.
- Brown, Harrison (1963): „A Symposium on Space. Has Man's Conquest of Space increased or diminished his Stature?“ *The Great Ideas Today 1963*, hrsg. von Robert M. Hutchins und Mortimer J. Adler. Chicago, u.a.: Encyclopaedia Britannica, 60–73.
- Ciolkovskij, Konstantin Ėduardovič (2005a): „Leiden und Genie“ (1916). *Die Neue Menschheit. Biopolitische Utopien in Russland zu Beginn des 20. Jahrhunderts*, hrsg. von Boris Groys und Michael Hagemeister. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 236–249.
- Ciolkovskij, Konstantin Ėduardovič (2005b): „Die ideale Lebensordnung“ (1917ff.). *Die Neue Menschheit. Biopolitische Utopien in Russland zu Beginn des 20. Jahrhunderts*, hrsg. von Boris Groys und Michael Hagemeister. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 250–277.
- Ciolkovskij, Konstantin Ėduardovič (2005c): „Das lebende Universum“ (ungewiss). *Die Neue Menschheit. Biopolitische Utopien in Russland zu Beginn des 20. Jahrhunderts*, hrsg. von Boris Groys und Michael Hagemeister. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 309–350.
- Ciolkovskij, Konstantin Ėduardovič (2005d): „Neue Erkenntnissphären“ (1931–1933). *Die Neue Menschheit. Biopolitische Utopien in Russland zu Beginn des 20. Jahrhunderts*, hrsg. von Boris Groys und Michael Hagemeister. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 364–378.
- Ciolkovskij, Konstantin Ėduardovič (2005e): „Die kosmische Philosophie“ (1935). *Die Neue Menschheit. Biopolitische Utopien in Russland zu Beginn des 20. Jahrhunderts*, hrsg. von Boris Groys und Michael Hagemeister. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 379–390.
- Ćirković, Milan M. (2019): „Space colonization remains the only long-term option for humanity: A reply to Torres“. *Futures* 105, 166–173.
- Ćirković, Milan M. (2022). „The nutshell kings: Why is human space settlement controversial in the first place?“ *Futures* 143/article 103023, 1–8.
- Clark, Arthur (1957): „The Challenge of the Spaceship“. *The UNESCO Courier* 10/11, 22–26.
- Clarke, Arthur Charles (1945a): „V2 for Ionosphere Research?“ *Wireless World* 51/2, 58.
- Clarke, Arthur Charles (1945b): „Extra-terrestrial Relays“. *Wireless World* 51/10, 305–308.
- Clarke, Arthur Charles (1946): „The Challenge of the Spaceship. (Astronautics and its Impact upon Human Society)“. *Journal of the British Interplanetary Society* 6/3, 66–81.
- Clarke, Arthur Charles (1948): „Against the Fall of Night“. *Startling Stories* 18/2, 11–70.
- Clarke, Arthur Charles (1953a): *Childhood's End*. New York: Harcourt, Brace & World.
- Clarke, Arthur Charles (1953b): „Science Fiction: Preparation for the Age of Space“. *Modern Science Fiction*, hrsg. von Reginald Bretnor. New York: Coward-McCann, 197–220.
- Clarke, Arthur Charles (1957a): „On the Morality of Space“. *The Saturday Review* 40/40, 8–10, 35–36.
- Clarke, Arthur Charles (1957b): *The City and the Stars*. New York: The New American Library.
- Clarke, Arthur Charles (1959): *The Exploration of Space*. Revised Edition. New York: Harper & Brothers.

- Clarke, Arthur Charles (1961): „The Evolutionary Cycle From Man to Machine“. *Industrial Research* 2/5, 30–35.
- Clarke, Arthur Charles (1966a): „Space Flight and the Spirit of Man“ (1959). *Voices from the Sky*, hrsg. von Arthur C. Clarke. London: Victor Gollancz, 3–11.
- Clarke, Arthur Charles (1966b): „A Short Pre-History of Comsats, Or: How I Lost a Billion Dollars in My Spare Time“ (1962). *Voices from the Sky*, hrsg. von Arthur C. Clarke. London: Victor Gollancz, 119–128.
- Clarke, Arthur Charles (1966c): „The Social Consequences of Communications Satellites“ (1961). *Voices from the Sky*, hrsg. von Arthur C. Clarke. London: Victor Gollancz, 129–140.
- Clarke, Arthur Charles (1966d): „The World of the Communications Satellite“ (1963). *Voices from the Sky*, hrsg. von Arthur C. Clarke. London: Victor Gollancz, 146–157.
- Clarke, Arthur Charles (1968): *2001: a space odyssey*. Based on a screenplay by Stanley Kubrick and Arthur C. Clarke. New York: The New American Library.
- Clarke, Arthur Charles (1970): „Beyond Babel“. *The UNESCO Courier* 23/3, 32, 34–37.
- Clarke, Arthur Charles (1973): „Next—The Planets!“ (1968). *Report on Planet Three and Other Speculations*, hrsg. von Arthur C. Clarke. New York: The New American Library, 68–79.
- Clarke, Arthur Charles (1986): *July 20, 2019. Life in the 21st Century*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Clarke, Arthur Charles (1987): *2061: Odyssey Three*. New York: Random House.
- Clarke, Arthur Charles (1992): *How the World was One. Beyond the Global Village*. London: Victor Gollancz.
- Clarke, Arthur Charles (1997): *3001: The Final Odyssey*. New York: Random House.
- Cocca, Aldo Armando (1989): „Revaluation of the Concept of the Human Condition and the Common Heritage of Mankind: Keys to the Social Benefits of Space Technology“. *Acta Astronautica* 19/9, 779–783.
- Cockell, Charles Seaton (2008): „An Essay on Extraterrestrial Liberty“. *Journal of the British Interplanetary Society* 61/7, 255–275.
- Cockell, Charles Seaton (2009): „Liberty and the Limits to the Extraterrestrial State“. *Journal of the British Interplanetary Society* 62/4, 139–157.
- Cockell, Charles Seaton (2010): „Essay on the Causes and Consequences of Extraterrestrial Tyranny“. *Journal of the British Interplanetary Society* 63/1, 15–37.
- Cockell, Charles Seaton (2022): *Interplanetary Liberty. Building Free Societies in the Cosmos*. Oxford (UK): Oxford University Press.
- Cole, Dandridge McFarlan (1960): „Extraterrestrial Colonies“. *Navigation. Journal of the Institute of Navigation* 7/2–3, 83–98.
- Cole, Dandridge McFarlan (1963): „,\$50,000,000,000,000 from the Asteroids: Most startling report of the Space Age answers critics of our Space Budget“. *Space World* 4/2, 1–8.
- Cole, Dandridge McFarlan (1965): *Beyond Tomorrow—The Next 50 Years in Space*. With Space Art Originated by Roy G. Scarfo. Amherst (Wisconsin): Amherst Press.
- Creagh, Ronald (1991): „The American Laboratory“. *The UNESCO Courier* 44/3, 26–29.
- Deudney, Daniel (2020): *Dark Skies. Space Expansionism, Planetary Geopolitics, and the Ends of Humanity*. New York: Oxford University Press.
- Ehricke, Krafft Arnold (1957): „The anthropology of astronautics“. *Astronautics. A Publication of the American Rocket Society* 2/4, 26–29, 65–68.
- Ehricke, Krafft Arnold (1971): „Extraterrestrial Imperative“. *Bulletin of the Atomic Scientists* 27/9, 18–26.

- Ehricke, Krafft Arnold (1972): „Astrogenic Environments: The Effect of Stellar Spectral Classes in the Evolutionary Pace of Life“. *Spaceflight* 14/1–2, 2–14.
- Ehricke, Krafft Arnold (1974): „Lunar industries and their value for the human environment on Earth“. *Acta Astronautica* 1/5–6, 585–622.
- Ehricke, Krafft Arnold (1978): „The Extraterrestrial Imperative“. *Air University Review* 29/2, 2–20. https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/ASPJ/journals/1978_Vol29_No1–6/1978_Vol29_No2.pdf (31.01.2025)
- Ehricke, Krafft Arnold (1981a): „Industrializing the Moon. The First Step into a New Open World. Part 1“. *Fusion. At the Frontiers of Science and Energy* 5/2, 21–31.
- Ehricke, Krafft Arnold (1981b): „The Extraterrestrial Imperative“. *Futures* 13/2, 107–114.
- Ehricke, Krafft Arnold (1982): „The Extraterrestrial Imperative: Why Mankind Must Colonize Space“. *Fusion. At the Frontiers of Science and Energy* 5/6, 18–24.
- Ehricke, Krafft Arnold (1984): „Industrializing the Moon. The First Step into a New Open World. Part 2“. *Fusion. At the Frontiers of Science and Energy* 6/1, 46–55.
- Ehricke, Krafft Arnold (1985): „Lunar Industrialization and Settlement – Birth of a Poly-global Civilization“. *Lunar Bases and Space Activities in the 21st Century*, hrsg. von Wendell W. Mendell. Houston (TX): Lunar and Planetary Institute, 827–855.
- ESA (2001): *Investing in Space. The Challenge for Europe*. Long-Term Space Policy Committee, 2nd Report. [SP-2000] <https://esa.int/esapub/bulletin/bullet102/Naja102.pdf> (31.01.2025)
- Esfandiary, Fereidoun M. (1973): *Up-Wingers. A Futurist Manifesto*. New York: Popular Library.
- Esteva, Gustavo (1992): „Development“. *The Development Dictionary. A Guide to Knowledge as Power*, hrsg. von Wolfgang Sachs. London/New Jersey: Zed Books, 6–25.
- Ettinger, Robert Chester Wilson (1972): *Man Into Superman. The Startling Potential of Human Evolution – And How to Be Part of It*. New York: St. Martin’s Press.
- Finney, Ben Rudolph (1988): „Will Space Change Humanity?“ *Frontiers and Space Conquest. The Philosopher’s Touchstone*, hrsg. von Jean Schneider und Monique Léger-Orine. Dordrecht, u.a.: Kluwer Academic Publishers, 155–172.
- Fischer, Joachim/Spreen, Dierk (2014): „Soziologie der Weltraumfahrt. Zur Einleitung“. *Soziologie der Weltraumfahrt*, hrsg. von Joachim Fischer und Dierk Spree. Bielefeld: transcript, 7–19.
- Freeman, Marsha (2017): „The Moral Imperative of Space Exploration“. *Executive Intelligence Review* 44/12, 24–32.
- Gacheva, Anastasia Georgievna (2019): „The Image of the Future in the Philosophical and Artistic Versions of Russian Cosmism“. *Transcultural Studies* 15/2, 160–177.
- Galton Darwin, Charles (1953): *The Next Million Years*. Garden City (NY): Doubleday & Company.
- Gangale, Thomas (2017): „The Non Kármán Line: An Urban Legend of the Space Age“. *Journal of Space Law* 41/2, 151–177.
- Gavriushin, Nikolai Konstantinovich (1995): „The Cosmic Route to “Eternal Bliss” (K.E. Tsiolkovskii and the Mythology of Technocracy)“. *Russian Studies in Philosophy* 34/1, 36–47.
- Gethmann, Carl Friedrich (2000): „Bemannte Raumfahrt als Kulturaufgabe“. *Philosophie und Technik*, hrsg. von Annemarie Gethmann-Siefert und Carl Friedrich Gethmann. München: Wilhelm Fink, 163–175.
- Ginsberg, Robert (1971): „The Future of Interplanetary Ethics“. *Journal of Social Philosophy* 2/2, 5–7.

- Hagemeister, Michael (2012): „Konstantin Tsiolkovskii and the Occult Roots of Soviet Space Travel“. *The New Age of Russia. Occult and Esoteric Dimensions*, hrsg. von Birgit Menzel, Michael Hagemeister und Bernice Glatzer Rosenthal. München/Berlin: Otto Sagner, 135–150.
- Hardin, Garrett (1959): „Interstellar Migration and the Population Problem“. *Journal of Heredity* 50/2, 68–70.
- Hesketh, Ian (2015): „A good Darwinian? Winwood Reade and the making of late Victorian evolutionary epic“. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 51, 44–52.
- Heuser, Marie-Luise (2008): „Transferrestrik in der Renaissance: Nikolaus von Kues, Giordano Bruno, Johannes Kepler“. *Von Menschen und Außerirdischen. Transferrestrische Begegnungen im Spiegel der Kulturwissenschaft*, hrsg. von Michael Schetsche und Martin Engelbrecht. Bielefeld: transcript, 55–79.
- Huchingson, James E. (1990): „EARTHSTRUCK. A reflection on The Home Planet“, edited by Kelvin W. Kelley, and “The Conquest of Space and the Stature of Man” by Hannah Arendt“. *Zygon* 25/3, 357–362.
- Hutchins, Robert M./Adler, Mortimer J. (1963): „Introduction“. *The Great Ideas Today 1963*, hrsg. von Robert M. Hutchins und Mortimer J. Adler. Chicago, u.a.: Encyclopaedia Britannica, 2–3.
- Huxley, Aldous (1963): „A Symposium on Space. Has Man’s Conquest of Space increased or diminished his Stature?“ *The Great Ideas Today 1963*, hrsg. von Robert M. Hutchins und Mortimer J. Adler. Chicago, u.a.: Encyclopaedia Britannica, 20–33.
- James, William (1910): *The Moral Equivalent of War*. American Association for International Conciliation. Leaflet No. 27 (February). New York: Irving Press.
- Kardashev, Nikolai Semyonovich (1964): „Transmission of Information by Extraterrestrial Civilizations“. *Soviet Astronomy* 8/2, 217–221.
- Kirby, Joseph (2013): „Toward an Ecological and Cosmonautical Philosophy“. *Journal of Evolution and Technology* 23/1, 1–13. <https://web.archive.org/web/20240218013332/https://jetpress.org/v23/kirby.htm> (31.01.2025)
- Kramer, William R. (2014): „Extraterrestrial environmental impact assessments – A foreseeable prerequisite for wise decisions regarding outer space exploration, research and development“. *Space Policy* 30/4, 215–222.
- Kramer, William R. (2017): „In dreams begin responsibilities – environmental impact assessment and outer space development“. *Environmental Practice* 19/3, 128–138.
- Lyotard, Jean-François (1988): *The Differend. Phrases in Dispute*. Translation by Georges Van Den Abbeele [Französische Originalausgabe 1983]. Manchester (UK): Manchester University Press.
- Marshall, Alan (1995): „Development and imperialism in space“. *Space Policy* 11/1, 41–52.
- Maruyama, Magoroh (1976a): „Design Principles for Extraterrestrial Communities“. *Futures* 8/2, 104–121.
- Maruyama, Magoroh (1976b): „Social and Political Interactions among Extraterrestrial Human Communities: Contrasting Models“. *Technological Forecasting and Social Change* 9/4, 349–360.
- Meadows, Dennis/Meadows, Donella/Zahn, Erich/Milling, Peter (1972): *Die Grenzen des Wachstums*. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.
- Michaud, Michael A. G. (1998): „Challenge, Response and SETI“. *Acta Astronautica* 42/10–12, 681–683.

- Milligan, Tony (2015): „Chapter 3: Fear of Freedom: The Legacy of Arendt and Ballard's Space Skepticism“. *The Meaning of Liberty Beyond Earth*, hrsg. von Charles Seaton Cockell. Cham, u.a.: Springer International Publishing Switzerland, 33–45.
- Moynihan, Thomas (2021): „The interesting case of Prince Vladimir Odoevsky and his speculations on civilization's trajectories: Early thoughts on omnicide, lunar prospecting, geoengineering, world government & planetary defense“. *Futures* 129/article 102732, 1–9.
- Muller, Herbert Joseph (1963): „A Symposium on Space. Has Man's Conquest of Space increased or diminished his Stature?“ *The Great Ideas Today 1963*, hrsg. von Robert M. Hutchins und Mortimer J. Adler. Chicago, u.a.: Encyclopaedia Britannica, 4–19.
- Oberth, Hermann (1929): *Wege zur Raumfahrt*. Mit 4 Tafeln und 159 Abbildungen. 3. Auflage von „Die Rakete zu den Planetenräumen“. München/Berlin: R. Oldenbourg.
- O'Neill, Gerard Kitchen (1978): *The High Frontier. Human Colonies in Space*. Illustrated by Donald Davis. Toronto, u.a.: Bantam Books.
- O'Neill, Gerard Kitchen (1981): 2081: *A Hopeful View of the Human Future*. New York: Simon and Schuster.
- Ordway, Frederick I. (1982): „Teofilo Melchor Tabanera 1909–1981“. *Acta Astronautica* 9/3, 18.
- Pass, Jim (2018): „Chapter 9. Astrosociology: Social Problems on Earth and in Outer Space“. *The Cambridge Handbook of Social Problems*. Volume 1, hrsg. von A. Javier Treviño. New York: Cambridge University Press, 149–168.
- Pass, Jim/Dudley-Rowley, Marilyn/Gangale, Thomas (2006): *The Cultural Imperative to Colonize Space: An Astrosociological Perspective*. https://www.researchgate.net/publication/273817100_The_Cultural Imperative_to_Colonize_Space_An_Astrosociological_Perspective (31.01.2025)
- Piddington, Robert Alfred (1956): *The Limits of Mankind. A Philosophy of Population*. Bristol: John Wright & Sons.
- Poole, Robert (2012): „The challenge of the spaceship: Arthur C. Clarke and the history of the future, 1930–1970“. *History and Technology* 28/3, 255–280.
- Reade, William Winwood (1872): *The Martyrdom of Man*. London: Trübner & Co.
- Sachs, Wolfgang (1992): *Satellitenblick. Die Visualisierung der Erde im Zuge der Weltraumfahrt*. Berlin: WZB. [FS II 92–501] <https://bibliothek.wzb.eu/pdf//1992/ii92-501.pdf> (31.01.2025)
- Sachs, Wolfgang (1994): „The Blue Planet“. *The Ecologist* 24/5, 170–175.
- Sachs, Wolfgang (1997): „The Need for the Home Perspective“. *The Post-Development Reader*, hrsg. von Majid Rahnema und Victoria Bawtree. London/New Jersey: Zed Books, 290–300.
- Sachs, Wolfgang (2015): „5. Sustainable Development: On the Political Anatomy of an Oxymoron“ (1999). *Planet Dialectics. Explorations in Environment and Development*. With a Foreword by Susan George, hrsg. von Wolfgang Sachs. London: Zed Books, 71–89.
- Sandvoss, Ernst (2008): *Space Philosophy. Philosophie im Zeitalter der Raumfahrt*. Wiesbaden: matrixverlag.
- Schetsche, Michael/ Anton, Andreas (2019): *Die Gesellschaft der Außerirdischen. Einführung in die Exosoziologie*. Wiesbaden: Springer VS.
- Schumann, Michael (2019): *Extraterrestrische Ex-zentriker. Zur theoriestrukturellen Einarbeitung des Außerirdischen bei Helmuth Plessner als Grundlage einer Philosophischen Anthropologie des Raumfahrtzeitalters*. Master thesis, Universität Potsdam. <https://doi.org/10.25932/publishup-4320> (31.01.2025)

- Schumann, Michael (2020): „Philosophische Anthropologie im Zeitalter der Weltraumfahrt. Auseinandersetzungen mit der Zukunft zwischen bemannter Weltraumerkundung und der Suche nach außerirdischem Leben“. *Internationales Jahrbuch für Philosophische Anthropologie* Bd. 9: *Die Ästhetiken der Philosophischen Anthropologie*, hrsg. Tatjana Sheplyakova und Thomas Ebke. Berlin: De Gruyter, 385–426
- Schumann, Michael (2023a): „Der verbessерungsbedürftige Mensch und die posthumanistischen Kulturen. Philosophisch-anthropologische Gedanken zur Normalisierung des Human Enhancement, zum hundertjährigen Jubiläum von J. B. S. Haldanes „Daedalus, or Science and the Future““. *Zeitschrift für Semiotik* 45/3–4, 49–82.
- Schumann, Michael (2023b): *Fernab der Erde – Fernab der Menschenrechte? Generationengerechtigkeit als humanistische Norm in Weltraumsiedlungen*. <https://www.dglr.de/publikationen/2023/570362> (31.01.2025)
- Schwab, Klaus/Davis, Nicholas (2018): *Shaping the Future of the Fourth Industrial Revolution. A Guide to Building a Better World*. New York: Penguin Random House LLC.
- Schwartz, James S. J. (2017a): „Myth-free space advocacy part I—The myth of innate exploratory and migratory urges“. *Acta Astronautica* 137, 450–460.
- Schwartz, James S. J. (2017b): „Myth-Free Space Advocacy Part II: The Myth of the Space Frontier“. *Astropolitics* 15/2, 167–184.
- Schwartz, James S. J./Milligan, Tony (2016): „Introduction: The Scope and Content of Space Ethics“. *The Ethics of Space Exploration*, hrsg. von James S. J. Schwartz und Tony Milligan. Basel: Springer, 1–11.
- Siddiqi, Asif A. (2016): „Tsiolkovskii and the Invention of ‘Russian Cosmism’: Science, Mysticism, and the Conquest of Nature at the Birth of Soviet Space Exploration“. *Science, Religion and Communism in Cold War Europe*, hrsg. von Paul Betts und Stephen A. Smith. London: Palgrave Macmillan, 127–156.
- Simbirski, Brian (2016): „Cybernetic Muse: Hannah Arendt on Automation, 1951–1958“. *Journal of the History of Ideas* 77/4, 589–613.
- Smith, Cameron M./ Davies, Evan T. (2012): *Emigrating Beyond Earth. Human Adaptation and Space Colonization*. New York: Springer Science + Business Media.
- Stapledon, Olaf (1937): *Star Maker*. London: Methuen & Co.
- Stapledon, Olaf (1948): „Interplanetary Man?“ *Journal of the Interplanetary Society* 7/6, 213–233.
- Stine, George Harry (1975): *The Third Industrial Revolution*. New York: G. P. Putnam’s Sons.
- Stine, George Harry (1979): „Defending The Third Industrial Revolution“. *Destinies* 1/3, 236–260.
- Tillich, Paul (1963): „A Symposium on Space. Has Man’s Conquest of Space increased or diminished his Stature?“ *The Great Ideas Today 1963*, hrsg. von Robert M. Hutchins und Mortimer J. Adler. Chicago, u.a.: Encyclopaedia Britannica, 48–59.
- Toynbee, Arnold Joseph (1948): „The Unification of the World and the Change in Historical Perspective“. *History* 33/117–118, 1–28.
- Toynbee, Arnold Joseph (1953): *The World and the West*. New York/London: Oxford University Press.
- Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich (1960a): „On the Moon“ (1893). K. Tsiolkovsky. *The Call of the Cosmos*, hrsg. von V. Dutt. Moscow: Foreign Languages Publishing House, 10–51.
- Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich (1960b): „Dreams of Earth and Sky“ (1895). K. Tsiolkovsky. *The Call of the Cosmos*, hrsg. von V. Dutt. Moscow: Foreign Languages Publishing House, 52–154.

- Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich (1960c): „On Vesta“ (ungewiss). *K. Tsiolkovsky. The Call of the Cosmos*, hrsg. von V. Dutt. Moscow: Foreign Languages Publishing House, 155–160.
- Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich (1960d): „Outside the Earth“ (1920). *K. Tsiolkovsky. The Call of the Cosmos*, hrsg. von V. Dutt. Moscow: Foreign Languages Publishing House, 161–332.
- Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich (1960e): „The Aims of Astronautics“ (1929). *K. Tsiolkovsky. The Call of the Cosmos*, hrsg. von V. Dutt. Moscow: Foreign Languages Publishing House, 333–372.
- Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich (1960f): „Changes in Relative Weight“ (1894). *K. Tsiolkovsky. The Call of the Cosmos*, hrsg. von V. Dutt. Moscow: Foreign Languages Publishing House, 373–399.
- Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich (1960g): „Living Beings in the Cosmos“ (ungewiss). *K. Tsiolkovsky. The Call of the Cosmos*, hrsg. von V. Dutt. Moscow: Foreign Languages Publishing House, 400–419.
- Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich (1960h): „Island of Ether“ (ungewiss). *K. Tsiolkovsky. The Call of the Cosmos*, hrsg. von V. Dutt. Moscow: Foreign Languages Publishing House, 438–440.
- Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich (2018a): „8 The Future of Earth and Mankind“ (1928). *Russian Cosmism*, hrsg. von Boris Groys. New York: e-flux und Cambridge (MA)/London: The MIT Press, 113–131.
- Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich (2018b): „9 Panpsychism, or Everything Feels“ (1925). *Russian Cosmism*, hrsg. von Boris Groys. New York: e-flux und Cambridge (MA)/London: The MIT Press, 133–155.
- Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich (2018c): „10 Theorems of Life (as an Addendum and Clarification on Monism)“ (1925). *Russian Cosmism*, hrsg. von Boris Groys. New York: e-flux und Cambridge (MA)/London: The MIT Press, 157–165.
- UNOOSA (2017): „Part one. United Nations treaties – E. Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies“ (1979) [= Moon Agreement]. *International Space Law: United Nations Instruments*, hrsg. von UNOOSA. New York: United Nations Publication, 30–39.
- Von Braun, Wernher (1960): *Start in den Weltraum. Ein Buch über Raketen, Satelliten und Raumfahrzeuge*. Mit Beiträgen von Willy Ley. Nachwort von Heinz Gartmann. Gütersloh: Bertelsmann Lesering.
- Wells, Herbert George (1975 [1935]): *Things To Come. Complete photographic reprint. With New Introductions by Allan Asherman and George Zebrowski*. Boston (MA): Gregg Press.
- White, Frank (2014): *The Overview Effect: Space Exploration and Human Evolution*. Third Edition. Reston (VA): American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- Winter, Frank H. (1983): *Prelude to the Space Age. The Rocket Societies: 1924–1940*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Woods, Arthur R. (2016): „The Greater Earth Manifesto. Concepts for a New Humanistic Vision of Our Planet“. *Issue 3, Rev. 3 – 30 May 1998 [Revised and updated by 11 June 2016]* https://greater.earth/GEO_DOCS/the_greater_earth_manifesto.php (31.01.2025)
- Woods, Arthur (2017): „Greater Earth. A New Perception of Our Planet“. *Leonardo* 50/1, 2.
- Woods, Arthur (2019): *GEO – Greater Earth Energy Organization* [Update 17.08.2021] https://greater.earth/GEO_DOCS/geeo_the_greater_earth_energy_organization.php (31.01.2025)

- Woods, Arthur (2021): *Space Energy Options for Addressing the Energy Dilemma and the Climate Emergency* [Update 19.02.2021] https://greater.earth/GEO_DOCS/space_energy_options_for_addressing_the_energy_dilemma.php (31.01.2025)
- Yudin, Igor (1981): „Lenin and Tsiolkovsky“. *Soviet Life* 295/4, 16–17.
- Ziai, Aram (2012): „Neokoloniale Weltordnung? Brüche und Kontinuitäten seit der Dekolonisation“. *Aus Politik und Zeitgeschichte* 62/44–45, 23–30.
- Ziai, Aram (2017): „Post-development 25 years after The Development Dictionary“. *Third World Quarterly* 38/12, 2547–2558.
- Zubrin, Robert (1980): „Kepler and the Harmony of the Spheres“. *Fusion. At the Frontiers of Science and Energy* 4/2, 61–64.
- Zubrin, Robert (1981a): „Who Funds the Environmentalists?“ *Fusion. At the Frontiers of Science and Energy* 4/5–6, 42–44.
- Zubrin, Robert (1981b): „Making Antiscience Popular“ [Review]. *Fusion. At the Frontiers of Science and Energy* 4/7, 6–8.
- Zubrin, Robert (1985): „Admiral Rickover and the Nuclear Navy“. *Fusion. At the Frontiers of Science and Energy* 7/4, 8–16.
- Zubrin, Robert (1999): *Entering Space. Creating a Spacefaring Civilization*. New York: Penguin Putnam Inc.
- Zubrin, Robert (2002): „Pushing Human Frontiers“. *Looking Backward, Looking Forward. Forty years of u.s. human spaceflight symposium*, hrsg. von Stephen J. Garber. Washington, DC: NASA History Office, 137–147. [NASA-SP-2002-4107]
- Zubrin, Robert (2011): „Chapter 11: Victory from Mars“. *Toward a Theory of Spacepower. Selected Essays*, hrsg. von Charles D. Lutes und Peter L. Hays Washington, DC: National Defense University Press, 232–241. <https://archive.org/details/DTIC ADA5465855> (31.01.2025)
- Zubrin, Robert (2012): *Merchants of Despair. Radical Environmentalists, Criminal Pseudo-Scientists, and the Fatal Cult of Antibumanism*. New York, London: Encounter Books.
- Zubrin, Robert (2019): „Why We Earthlings Should Colonize Mars!“ *Theology and Science* 17/3, 305–316.
- Zubrin, Robert/Wagner, Richard (1997): *Unternehmen Mars. Das „Mars Direct“-Projekt. Der Plan, den Roten Planeten zu besiedeln*. Mit einem Vorwort von Arthur C. Clarke. Aus dem Amerikanischen von Elisabeth Parada und Bernhard Liesen. München: Wilhelm Heyne.

E-Mail-Adresse des Autors: mischuma@uni-potsdam.de



Der Berliner Physiologe Nathan Zuntz (1847–1920) und seine Bedeutung für die Geschichte der Höhen- und Luftfahrtmedizin*

Hanns-Christian Gunga

(MLS, Seniorprofessor, Institut für Physiologie der Charité Berlin)

Veröffentlicht: 30. November 2025

Abstract

Nathan Zuntz (1847–1920) was a key person in the history of high-altitude physiology and aviation medicine. As a professor of animal physiology at the Landwirtschaftliche Hochschule (Agricultural University) in Berlin from 1881 until 1918, he carried out laboratory studies on the changes in metabolism at rest and during exercise. To this end he, together with August Julius Geppert (1856–1937), developed the famous „Zuntz-Geppert'schen Respirationssapparat“ (Zuntz-Geppert respiratory apparatus) in 1885. In the early 1890's, Zuntz extended his research to the field of high-altitude physiology. For their investigations in the field Zuntz invented a transportable gas exchange measuring device. A synopsis of these studies was published by Zuntz in 1906, the famous book „Höhenklima und Bergwanderungen“ (High altitude climate and mountain-touring). A few years later Zuntz undertook further expeditions to the Canary Islands, conducting studies in airships and planes until 1914. For over 52 years, the work of Nathan Zuntz covered an amazingly wide spectrum of research fields; metabolism, nutrition, respiration, cardio-vascular physiology, blood gases, exercise, and high-altitude physiology were the main themes. He invented several new devices such as the Zuntz-Geppert respiratory apparatus in 1886 and the first Laufband (treadmill) in 1889. Zuntz retired in 1916 and died in Berlin on March 22, 1920. He can be regarded as one of the main figures in the history of high-altitude physiology and aviation medicine, in general.

Zusammenfassung

Nathan Zuntz (1847–1920) war ein herausragender Wissenschaftler in der Geschichte der Höhenphysiologie und Luftfahrtmedizin. Als Professor für Tierphysiologie an der

* Dieser Beitrag ist eine gekürzte und überarbeitete Version mehrerer Publikationen u.a.: H.-C. Gunga (1989): „Leben und Werk des Berliner Physiologen Nathan Zuntz (1847–1920): unter besonderer Berücksichtigung seiner Bedeutung für Frühgeschichte der Höhenphysiologie und Luftfahrtmedizin“. *Abhandlungen zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften*. Husum: Matthiesen Verlag, 1–343; H.-C. Gunga, K. A. Kirsch (1995a): „Nathan Zuntz (1847–1920) – a German pioneer in high altitude physiology and aviation medicine“, *Part I: Biography. Aviation Space Environmental Medicine*, 66(2): 168–171; H.-C. Gunga, K. A. Kirsch (1995b): „Nathan Zuntz (1847–1920) – a German pioneer in high altitude physiology and aviation medicine“, *Part II: Scientific work. Aviation Space Environmental Medicine*, 66(2): 172–176; H.-C. Gunga (2009): *Nathan Zuntz. His Life and Work in the Fields of High-Altitude Physiology and Aviation Medicine*. Amsterdam: Elsevier, Academic Press; H.-C. Gunga (2023): „Nathan Zuntz“. *Historisches Archiv der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie, Herz- und Kreislauftforschung*, 1–16.

Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin führte er von 1881 bis 1918 Laboruntersuchungen über die Veränderungen des Stoffwechsels in Ruhe und bei Bewegung durch. Zu diesem Zweck entwickelte er 1885 zusammen mit August Julius Geppert (1856–1937) den berühmten „Zuntz-Geppert'schen Respirationsapparat“. In den frühen 1890er Jahren erweiterte Zuntz seine Forschungen auf das Gebiet der Höhenphysiologie. Für die Untersuchungen auf diesem Gebiet erfand Zuntz ein Messgerät für den Gasaustausch in der Höhe. Eine Zusammenfassung dieser Studien veröffentlichte Zuntz 1906 in dem berühmten Buch „Höhenklima und Bergwanderungen“. Einige Jahre später führte Zuntz weitere Expeditionen auf den Kanarischen Inseln und bis 1914 Studien in Luftschiffen und Flugzeugen durch. Über 52 Jahre lang deckte die Arbeit von Nathan Zuntz ein erstaunlich breites Spektrum an Forschungsgebieten ab; Stoffwechsel, Ernährung, Atmung, Blutgase, Herz-Kreislauf-, Sport- und Höhenphysiologie waren die Hauptthemen. Er erfand mehrere neue Geräte wie den Zuntz-Geppert-Atmungsapparat (1886) und das erste Laufband (1889). Zuntz ging 1916 in den Ruhestand und starb am 22. März 1920 in Berlin. Er kann als eine der Schlüsselfiguren in der Geschichte der Höhenphysiologie und der Luftfahrtmedizin angesehen werden.

Keywords/Schlüsselwörter

field physiology, nutrition, metabolism, exercise physiology, high altitude, aviation; Feldphysiologie, Ernährungsphysiologie, Stoffwechsel, Leistungsphysiologie, Höhenphysiologie, Luftfahrtmedizin

Biografie und wissenschaftliche Schwerpunktthemen seiner Arbeit

Nathan Zuntz (**Abbildung 1**) wurde am 6. Oktober 1847 in Bonn geboren. Seine Mutter Julie, geb. Katzenstein, war in Kassel geboren und aufgewachsen, und sein Vater war ein jüdischer Kaufmann in Bonn, Leopold Zuntz, der in Deutschland eine Kaffeehausdynastie („A. Zuntz sel. Wwe.“) begründete, die Ende der 1920er Jahre ein florierendes Unternehmen mit 800 Mitarbeitern war und zahlreiche Filialen und eigene Cafés im ganzen Land führte – auch in Berlin. In den Jahren 1849–1863 wurden Nathans zehn Geschwister geboren. Nathan war der Erstgeborene und wurde 1854 am Gymnasium in Bonn eingeschult. 1863 – kurz vor dem Abitur – brach Zuntz den Schulbesuch ab und begann eine Lehre als Bankkaufmann in Bonn, offensichtlich auf Anraten der Eltern und Verwandten. Die Ausbildung bei der Bonner Bank war von kurzer Dauer, da er u. a. ein Tintenfass über das Protokollbuch verschüttet hatte und daraufhin entlassen wurde (Gunga 2009: 2f.). Im folgenden Jahr legte er sein Abitur ab und schrieb sich noch im selben Jahr an der Universität Bonn für Medizin ein. 1868 legte er sein Rigorosum mit der Note „summa cum laude“ ab. Seine Dissertation veröffentlichte Zuntz unter dem Titel „Beiträge zur Physiologie des Blutes“. Ebenfalls 1868 bestand Zuntz das Staatsexamen, erhielt die Zulassung als Arzt und praktizierte bis September 1869 im Siebengebirge. Danach wechselte er zum Wintersemester an die Charité in Berlin und besuchte Kurse und Seminare bei den berühmten Medizinprofessoren Graefe, Frerichs, Virchow, Westphal und Traube. Dann kehrte er an die Universität Bonn zurück und wurde am 1. April 1870 Assistent bei Pflüger am Physiologischen Institut, einer der renommiertesten physiologischen Einrichtungen der damaligen Zeit. Damals entwickelte sich in und um Bonn eine Lehr- und Hochschullandschaft mit unterschiedlichen weiteren Instituten. So war 1867 in Poppelsdorf das „Chemisch-physikalische und physiologische Laboratorium der Königlich Landwirthschaftlichen Akademie Poppelsdorf“ gegründet worden. 1872 wurde das Anatomische Institut aus dem Gebäude am Hofgarten (heute Akademisches Kunstmuseum) ebenfalls nach Poppelsdorf verlegt, aber in Bonn wurden die Fächer Anatomie und Physiologie unterrichtet.



Abbildung 1: Nathan Zuntz im Alter von
ca. 65 Jahren
(©Archivmaterial Gunga)

Zuntz hatte bereits mehrere wissenschaftliche Abhandlungen über den Säure-Basen-Haushalt des Blutes veröffentlicht, sodass im selben Jahr das Habilitationsverfahren unter Fürspruch von Pflüger eingeleitet werden konnte (Gunga 2009: 5–10). Der Ausbruch des Deutsch-Französischen Krieges von 1870 unterbrach die Karriere des jungen Wissenschaftlers. Ende 1872 nahm Zuntz dann eine Stelle als Lehrer an der Königlichen Landwirtschaftlichen Akademie Poppelsdorf an, 1874 wurde Zuntz zum außerordentlichen Professor ernannt. 1880 erhielt Zuntz dann den Ruf auf den Lehrstuhl für Veterinärphysiologie an der Landwirtschaftlichen Akademie in Berlin. Eines der herausragenden Merkmale von Zuntz' Arbeit war die enge Verbindung von Theorie und Praxis. Dies zeigte sich bereits in Ansätzen in seinen frühen Bonner Jahren, und im Laufe der 1890er Jahre entfaltete sich diese Herangehensweise auf einer Vielzahl von Gebieten. Als Zuntz 1881 seine neue Stelle in Berlin antrat, waren die Weichen für eine neue Ära der veterinärphysiologischen Forschung in Berlin gestellt.

Trotz aller notwendigen Improvisationen konnte Zuntz Anfang der 1880er Jahre in Zusammenarbeit mit Geppert mit seinen Experimenten zur Physiologie der Atmung und des Stoffwechsels beginnen, die sich später als grundlegend für die Atmungs- bzw. Stoffwechselforschung erweisen sollten (Gunga & Kirsch 1995a; Gunga & Kirsch 1995b). Im Rahmen dieser Forschung erfanden sie den berühmten „Zuntz-Geppert-Atmungsapparat“ zur Messung des Sauerstoffsverbrauchs und der Kohlendioxydabgabe unter Ruhebedingungen. Zur gleichen Zeit führten Zuntz und von Mering den Begriff der „Verdauungsarbeit“ in die Physiologie ein, ein bislang bei der physiologischen Stoffwechselforschung wenig beachteter Aspekt (Gunga 2009: 21). Infolge seiner Studien zur Atmungs-, Stoffwechsel- und Ernährungsphysiologie begann Zuntz, sich für die Bewegungsphysiologie und die menschliche Leistungsfähigkeit in extremen Umgebungen zu interessieren. Da diese Forschungen von pragmatischer und wirtschaftlicher Bedeutung waren, erhielt das Institut mehr und mehr Anerkennung, finanzielle Mittel und sogar die Anerkennung durch Kaiser Wilhelm II. Zuntz selbst betonte später bei vielen Gelegenheiten die wirtschaftliche Bedeutung seiner Forschung (Zuntz 1899; S. 3). Die „Untersuchungen über den Stoffwechsel des Pferdes bei Ruhe und Arbeit“ waren so grundlegend, dass sie noch heute hochgeschätzt werden.

Das Spektrum seiner Arbeiten reichte nun von der Blut-, Kreislauf- und Muskelphysiologie über die Ernährungs- und Verdauungsphysiologie, die Tierzucht und das Hungern, die Embryologie bis hin zu Problemen der Klima- und Höhenphysiologie (Gunga & Kirsch 1995a; Gunga & Kirsch 1995b; Gunga 2009). Im Zuge seiner Studien, insbesondere an Pferden und Rindern, erfanden Zuntz und Hagemann das Laufband und führten direkte Messungen der Atmung und des Blutdrucks im Säugetier-Fötus durch. Insgesamt waren einige dieser Studien so grundlegend, dass sie zu den ersten Messungen in der wissenschaftlichen Literatur überhaupt gehören, worauf schon früher Geschichtswissenschaftler aus dem angelsächsischen Raum mit Nachdruck hingewiesen haben, so u. a. Dawes (1964; S. 802–803). Die von Zuntz angewandten Methoden wurden später (1929) von Campos und Mitarbeitern an der Harvard University verwendet, um den Energieverbrauch von Hunden beim Laufen



Abbildung 2: Ein preussischer Soldat im Jahr 1901, ausgerüstet mit einer transportablen Gasuhr nach Zuntz. (Zuntz & Schumburg, 1901) (©Archivmaterial Gunga)

Physiologen Paul Bert (1833–1886) in Paris hauptsächlich zu therapeutischen Zwecken genutzt, aber auch Wissenschaftlern, Ballonfahrern und anderen Forschern für wissenschaftliche Studien und Experimente zur Verfügung gestellt. Für die Höhenforschung von Zuntz war die pneumatische Kammer des Jüdischen Krankenhauses von besonderer Bedeutung. Die dort durchgeführten Vorversuche waren das Labor-Pendant zu den physiologischen Feldstudien, die Zuntz Mitte der 1890er Jahre in den Alpen, auf Teneriffa und bei Ballonfahrten begonnen hatte. Zuntz war überzeugt, dass endgültige Schlussfolgerungen nicht nur auf physiologischen Daten aus einer Laborumgebung beruhen konnten, sondern auch einer Kontrolle im Feld standhalten müssten und umgekehrt.

Dieses methodische Vorgehen spiegelt sich am deutlichsten in seinen „Studien zu einer Physiologie des Marsches“ wider, die sehr eng mit seinen Untersuchungen auf dem Gebiet der Höhenphysiologie verbunden sind. Einige Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus diesen Studien waren bahnbrechend und werden auch heute noch in grundlegenden Lehrbüchern der Bewegungsphysiologie zitiert. Im weitesten Sinne handelte es sich bei den „Studien zur Physiologie des Marsches“ um eine Auftragsarbeit für das deutsche Kriegsministerium, das im Frühjahr 1894 eine Untersuchung in Auftrag gegeben hatte, die dazu diente, die erforderlichen physiologischen Eigenschaften für die zulässige Belastung von Soldaten auf Märschen festzustellen (Gunga 2009) (**Abbildung 2**). Diesem Ministerbeschluss waren Diskussionen in den oberen Rängen der Armee vorausgegangen, die sich genau mit dieser Frage befassten. Alle Beteiligten waren sich einig, dass die Last, die die Soldaten zu dieser Zeit tragen mussten, zu schwer war. Zudem hatte die Verbesserung der militärmedizinischen Studien im 19. Jahrhundert die berechtigte Hoffnung geweckt, dass die neuen Erkenntnisse der Wissenschaft in der Praxis angewandt werden könnten, um die Kampfkraft der Armee zu erhalten und zu fördern. Die Studie ergab, dass der Respirationsquotient am Ende der

auf einem Laufband zu quantifizieren (Tipton 2003; S 219). Dabei konnte Zuntz durch die Anwendung des Fick'schen Prinzips zur Bestimmung des Herzzeitvolumens weitreichende Entdeckungen über den Gasaustausch und die Leistungsfähigkeit des Herzens machen. Viel später, nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs, soll Forßmann laut Cournand, die zusammen mit Dickinson W. Richards 1956 den Nobelpreis erhielten, Anspruch auf diese ursprünglich bereits von Zuntz entwickelten Ideen erhoben haben (Gunga, 2009).

In den frühen 1890er Jahren begannen Zuntz und Adolf Loewy, ein lebenslanger Freund und Mitarbeiter insbesondere für Atmungsphysiologie und Stoffwechsel, an den physiologischen Auswirkungen von hypobarer Hypoxie zu arbeiten. Diese Forschungen konnten in Berlin durchgeführt werden, weil sich eine sogenannte pneumatische Kammer für die Behandlung von Tuberkulosekranken im Jüdischen Krankenhaus in Berlin befand. Diese pneumatische Kammer selbst war eine Kopie der von dem berühmten französischen

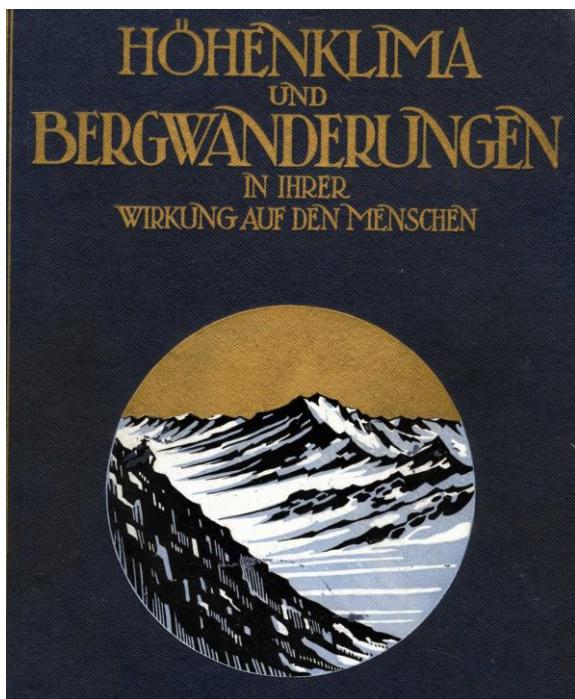


Abbildung 3: „Höhenklima und Bergwanderungen in ihrer Wirkung auf den Menschen“, veröffentlicht 1906 bei Zuntz et al., stellt eine weltweit bis heute grundlegende Abhandlung zur Anpassung des Menschen an die Höhe dar
(©Archivmaterial Gunga)

durchzuführen, und so kam es im Sommer 1901 zu Zuntz' großer Expedition zum Monte Rosa, bei der die neu gebaute Capanna Regina Margherita benutzt wurde (West 1998). Im Jahr 1903 brach Zuntz erneut zum Monte-Rosa-Massiv auf, diesmal in Begleitung von Arnold Durig. Diese Expedition wurde von der Königlich Preußischen Akademie in Berlin und dem österreichischen Ministerium für Kultur und Unterricht gefördert. Ziel war es, die Atmungs- und Stoffwechselexperimente der großen Expedition von 1901 zu erweitern und abzuschließen. Diese Alpenexpedition von 1903 überstieg jedoch eindeutig die Ausdauer und die Gesundheit von Zuntz, der inzwischen über fünfzig Jahre alt war, wie Arnold Durig an anderer Stelle berichtete (Durig 1920: 344f.). Während dieser Reise verbrachten Zuntz und Durig fast drei Wochen in den Gipfelregionen des Monte Rosa. Dies sollte Zuntz' letzte große Expedition in den Alpen sein. Die Ergebnisse dieser Studien bildeten den Hauptteil des 1906 erschienenen Werkes „Höhenklima und Bergwanderungen“ von Zuntz et al. (1906) (**Abbildung 3**) und Durigs Publikation in den „Denkschriften der Kaiserlichen Akademie“ von 1911.

In den folgenden Jahren musste Zuntz' wissenschaftliche Arbeit hinter seinen anderen Aufgaben als Rektor der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin zurückstehen. Allerdings besuchten ihn in dieser Zeit viele berühmte Wissenschaftler wie Marie und August Krogh (Kopenhagen) und Joseph Barcroft (Cambridge) im Sommer 1907. Im Jahr 1908 verbrachte Zuntz den Sommer in den Vereinigten Staaten, wo er an einem Kurs in Biochemie teilnahm, der auf der dritten Tagung der Landwirtschaftskonferenz der Cornell University in Ithaca, N.Y., abgehalten wurde (Gunga 2009). Zurück in Berlin war ein zentrales Thema für ihn die Frage, unter welchen physiologischen Bedingungen Laktat gebildet wird. Zuntz glaubte, dass Laktat nur unter hypoxischen Bedingungen gebildet wird. Wie Barnard und

Märkte stets reduziert war, d. h., dass anstelle der durch die Arbeit verbrauchten Kohlenhydrate bei langanhaltender körperlicher Betätigung Fett verstoffwechselt wurde. Wie weitere Messungen zeigten, waren die durch den Marsch reduzierten Kohlenhydratspeicher des Körpers auch am nächsten Tag noch nicht wieder aufgefüllt. Im August 1895 führten Zuntz und Schumburg am Monte Rosa die erste Feldstudie in großer Höhe durch. Damit begannen Zuntz und seine Schule mit der Höhenforschung, die unter anderem mit Arnold Durig in den Jahren 1895 bis 1903 im Monte-Rosa-Massiv und 1910 auf dem Pico del Teide auf Teneriffa stattfand.

Zentrale wissenschaftliche Schwerpunkte von Zuntz' Expeditionen waren die Auswirkungen des Höhenklimas auf den Stoffwechsel, auf die Blutbildung und die Ätiologie der „Bergkrankheit“ (Höhenkrankheit). Diese Expedition sowie eine weitere im Jahr 1896 lieferten nur unbefriedigende Ergebnisse und führten zu dem Entschluss, eine längere Expedition mit einer größeren Anzahl von Teilnehmern

Holloszy kürzlich feststellten, war dies ein Punkt, „in dem sich Zuntz irrte, und seine Interpretation war angesichts des völligen Mangels an Informationen über die Regulierung der Glykogenolyse sehr vernünftig“ (Barnard & Holloszy 2003: 294). Zuntz und seine Schule hatten jedoch völlig Recht, als sie auf der Grundlage ihrer zahlreichen Studien zur Ernährung in den vorangegangenen Jahrzehnten zu dem Schluss kamen, dass sowohl Fett als auch Kohlenhydrate beim Menschen hauptsächlich als Energiesubstrate während der sportlichen Beteiligung dienen und dass die Rolle von Eiweiß als energielieferndes Substrat vernachlässigbar war (Barnard & Holloszy 2003: 294–297; Brooks & Gladden 2003: 323, 330f.).

In den Jahren um 1910 wandte sich Zuntz mit neuem Interesse einem Forschungsthema zu, das ihn bereits einige Jahre zuvor intensiv beschäftigt hatte: der Klimaphysiologie. Um den praktischen Nutzen einer solchen Studie zu verdeutlichen, verwies Zuntz auf seine eigenen marschphysiologischen Untersuchungen, die er mit Soldaten durchgeführt hatte: „Diese Untersuchungen haben zu dem praktischen Ergebnis geführt, dass die Marschfähigkeit der Soldaten durch eine gewisse Verringerung des Gepäckgewichts und durch eine bessere Anpassung der Kleidung an die Erfordernisse der Wärmeverausgabung gesteigert werden konnte. Darüber hinaus haben diese Untersuchungen auch gezeigt, dass der Verzehr von leicht verdaulichen Nahrungsmitteln in kleinen Mengen, insbesondere von Zucker, während anstrengender Märsche sehr vorteilhaft ist. Bei diesen Experimenten stellte sich heraus, dass das größte Hindernis für hohe Leistungen eine zu hohe Temperatur ist. (...) Die Temperatur, bei der die Leistung erheblich eingeschränkt wird, hängt von mehreren Faktoren ab, von denen die Feuchtigkeit und die Luftbewegung die wichtigsten sind. Bei meinen Experimenten mit den marschierenden Soldaten konnte ich feststellen, dass die Gefahr von Hitzestress bei einer bestimmten Temperatur in dem Maße geringer ist, in dem sich die Luft bewegt und trocken ist.“ (Brief von Zuntz an Loebker, fol. 89–92, Staatsbibliothek Berlin, 1908). Es gelang ihm nach eigenen Angaben sogar, die Schweißmenge, die der Körper ausscheiden muss, um bei verschiedenen Temperaturen, Windgeschwindigkeiten und Luftfeuchtigkeiten nicht zu überhitzen, zahlenmäßig genau zu bestimmen.

So ist es nicht verwunderlich und kein Zufall, dass sich Zuntz in diesen Jahren 1911 auch intensiv in den Begutachtungsprozess zur Gründung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung von Wissenschaft und Forschung (der heutigen Max-Planck-Gesellschaft) einbringt. Die Liste der teilnehmenden Experten liest sich wie ein Who-is-Who der zeitgenössischen Fachelite, und es kann als Beweis für die große Wertschätzung von Zuntz gesehen werden, dass er als außeruniversitärer Forscher neben so illustren Kollegen wie E. Fischer (Berlin), Waldeyer (Berlin), Rubner (Berlin), v. Wassermann (Berlin), M. Delbrück (Berlin) und S. Arrhenius (Stockholm, Schweden) um eine Stellungnahme gebeten wurde. Ziel war es, ein „bio-ontologisches Institut in Dahlem“ zu gründen, dass „alle Wissenschaften, die sich mit Organismen und ihrer Entwicklung befassen“, vereinen sollte. Es sollte „ein Komplex von zusammenhängenden, aber einzelnen Instituten“ sein, wie „Zoologie (wie) vergleichende Anatomie, Embryologie und Physiologie (...) und bisher als abgelegen geltende Gebiete wie Paläontologie und Anthropologie“, die stärker an biologische Disziplinen angebunden werden sollten (Gunga 2009). Gleichzeitig interessierte sich Zuntz mehr und mehr für klimatologische und balneologische Forschungen. Ein Zitat aus einem Vortrag, den Zuntz 1911 vor der Balneologischen Gesellschaft in Berlin hielt, lautet: „Die Klimaforschung ist natürlich für das von Ihnen vertretene Forum von höchstem Interesse, da sie die Grundlage für hygienische und therapeutische Maßnahmen liefert. Aber die Kenntnis der Beziehungen zwischen Klima und Mensch ist auch von höherer anthropologischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Sie gibt uns die Grundlage, um die Leistungsfähigkeit des Menschen in verschiedenen Klimazonen zu beurteilen. Und in dem Maße, in dem Standardregeln für die Behebung schädlicher Klimaauswirkungen das Ergebnis der gewonnenen Erkenntnisse sind,

werden sie uns in die Lage versetzen zu wissen, wie der Mensch unter extremen Klimabedingungen überleben kann“ (Gunga 2009; S. 64).

Später fasst Zuntz den Zweck und die Aufgaben der Klimaforschung für die Balneologie wie folgt zusammen: „In jüngster Zeit wird versucht, einzelne Klimafaktoren – hohe und niedrige Temperaturen, intensives Licht, elektrische Aufladung der Atmosphäre und deren Emanationsgehalt – als Heilmittel zu nutzen. In der Regel werden wir uns aber nur die Mischung der vielfältigen Wirkungen zunutze machen können, die das Klima eines Ortes bietet. Die Klimaphysiologie, die der medizinischen Wissenschaft dient, hat nun die Aufgabe, die Wirkung jedes einzelnen dieser Faktoren auf möglichst viele Körperfunktionen zu erforschen und zu bestimmen, inwieweit sich diese Wirkungen in den verschiedenen Kombinationen, in denen sie an verschiedenen Orten und deren Klima auftreten können, gegenseitig unterstützen oder neutralisieren. Es ist leicht zu erkennen, dass diese Aufgabe von enormer Tragweite ist und dass eine Reihe verschiedener Methoden angewandt werden muss, um sie zu bewältigen. Einerseits muss jeder einzelne Klimafaktor in unterschiedlicher Intensität auf Personen mit unterschiedlicher Konstitution, gesund und krank, angewendet und die Wirkung auf die verschiedenen Organe und Stoffwechselvorgänge untersucht werden. Andererseits müssen die Klimate, wie die Natur sie uns bietet, in ihren Wirkungen auf Personen unterschiedlichen Körperbaus, unterschiedlichen Alters und unter verschiedenen pathologischen Belastungen erforscht werden. Die zweite Kategorie von Untersuchungen wird für die Klimaphysiologie immer die wichtigste bleiben, weil sie allein eine wochen- oder gar jahrelange Wirkung ermöglicht“ (Gunga 2009).

Um solche künstlichen Klimate zu erzeugen, griff Zuntz auf die Atmungskammer im Labor für Veterinärphysiologie zurück, die erst kürzlich an der Königlichen Landwirtschaftlichen Hochschule auf ein größeres Fassungsvermögen (80 cbm) aufgerüstet worden war. Daher ist es nicht verwunderlich, dass er bei einer mehrwöchigen Expedition unter der Leitung von Pannwitz zur Kanarischen Insel Teneriffa im Frühjahr 1910 eine wichtige Rolle spielte. Ein Brief (Grüße vom Ozeandampfer) von Zuntz an Darmstaedter ist von den Mitgliedern der Expedition unterzeichnet und zeugt von dem Interesse vieler internationaler Forscher, die daran teilnahmen, darunter Durig, v. Schroetter, Barcroft. Nachdem die Expedition Teneriffa erreicht hatte, untersuchten sie, „ob die Ergebnisse, die Zuntz und Durig auf dem Monte Rosa erzielt hatten, auch unter den veränderten Bedingungen des warmen Klimas von Teneriffa anwendbar blieben, oder ob die Lufttemperatur und das Licht Faktoren waren, die die zuvor nachgewiesenen Veränderungen im physiologischen Verhalten des Menschen im Hochgebirgsklima wesentlich beeinflussten“ (Gunga 2009: 66).

Während der Untersuchung beschränkten sie sich auf die Aufzeichnung grundlegender physiologischer Parameter wie Pulsfrequenz, Blutdruck und Körpertemperatur. Außerdem führten sie Atmungsexperimente in verschiedenen Höhenlagen durch. Ein besonderer Schwerpunkt ihrer Arbeit war die erhöhte Sonneneinstrahlung in großen Höhen mit ihren Auswirkungen auf den Gasaustausch und den Atmungsmechanismus des Organismus. Bereits 1901 hatten Zuntz und v. Schroetter hierzu Ballonhochfahrten in Berlin (Schroetter & Zuntz 1902: 479–520) und 1903 Zuntz und Durig auf dem Monte Rosa ähnliche Experimente zu diesem Zweck durchgeführt (Gunga 2009). Im Gegensatz zu den vorangegangenen Versuchsreihen ging es bei der Teneriffa-Expedition jedoch darum, den gesamten Körper in großer Höhe der Sonneneinstrahlung auszusetzen. Die Versuchsreihe blieb nicht ohne erhebliche negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Probanden, die einen starken, großflächigen Sonnenbrand erlitten (Gunga 2009: 66–69).

Im Frühjahr 1912 wurde Zuntz zum Leiter des neu gegründeten wissenschaftlichen Beirats der Balneologischen Anstalt in Berlin ernannt und im selben Jahr wurde die Wissenschaftliche Gesellschaft für Flugtechnik e.V. in Berlin, heute DLR, gegründet, und es wurden

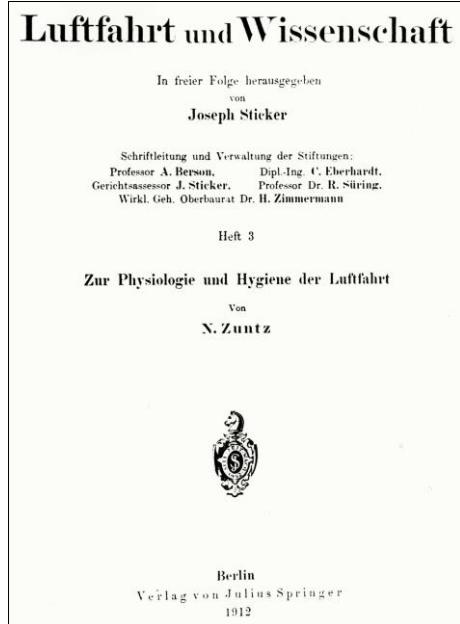


Abbildung 4: Nathan Zuntz: „Zur Physiologie und Hygiene der Luftfahrt“, veröffentlicht 1912

(©Archivmaterial Gunga)

Die deutliche Zunahme an Höhenfahrten um 1900 führte allerdings auch dazu, dass es zu vermehrten tödlichen Unfällen bei Fahrten im Ballon oder später im Flugzeug kam. Zuntz wurde bei seinen Studien dabei weiterhin tatkräftig von Hermann v. Schroetter unterstützt, der im gleichen Jahr seine Abhandlung zur „Hygiene der Aeronautik und Aviatik“ veröffentlicht hatte, und inzwischen über weitreichende Kenntnisse zu den physiologischen und pathophysiologischen bei Höhenaufenthalten verfügte. So erkannte er richtig, dass aus atmungsphysiologischer Sicht bei extremen Hochfahrten Druckkabinen mit geschlossenen Kapseln erforderlich sein würden. Er war es auch, der nachdrücklich darauf hinwies, dass ärztliche Berufe sich vermehrt im Selbstversuch Höhenfahrten aussetzen sollten, um die physiologisch-medizinischen Veränderungen zu studieren (**Abbildung 7**).

Abbildung 5: Ballonfahrten in Berlin um 1900
(©Archivmaterial Gunga)



insgesamt zehn Unterausschüsse (a-k) eingerichtet, darunter der Ausschuss (f) für medizinische und psychologische Fragen. Zu den Ausschussmitgliedern heißt es, dass die „Vereinigung zur wissenschaftlichen Erforschung des Sportes und der Leibesübungen: Professor Nicolai – Berlin; Geheimrat Professor Zuntz“ vom Ausschuss als Mitglieder berufen wurden. Eines der Ziele der Gesellschaft war die Veröffentlichung von Forschungsergebnissen auf dem Gebiet der Luftfahrt, was zu der von Sticker herausgegebenen Reihe Luftfahrt und Wissenschaft führte. Eines der ersten Werke, das in dieser Reihe im selben Jahr veröffentlicht wurde, war Zuntz' Abhandlung „Zur Physiologie und Hygiene der Luftfahrt“ (**Abbildung 4**), die heute als das weltweit älteste und umfassendste Werk auf dem Gebiet der Luftfahrtmedizin gilt (Gunga & Kirsch 1995a; Gunga & Kirsch 1995b; Gunga 2009). Ballonfahrten erfreuten sich in diesem Zeitraum um die Jahrhundertwende zunehmender Beliebtheit (**Abbildung 5**) und ließen bereits zu dieser Zeit Raum für humorvolle Kommentare in der Presse, die aus heutiger Sicht als sehr weitsichtig zu betrachten sind (**Abbildung 6**).

Zuntz aber wandte sich nach seiner Veröffentlichung „Zur Physiologie und Hygiene der Luftfahrt“ vermehrt der Volksgesundheit und der Sportphysiologie zu. Ihn beschäftigte insbesondere, welchen möglichen Einfluss sportliche Betätigungen für die allgemeine Volksgesundheit haben könnten (Gunga 2009). Dabei standen ausdrücklich nicht maximale, olympische Höchstleistungen im Vordergrund, sondern mehr, was man heute als Breitensport bezeichnen würde. Danach wandte sich Zuntz vor allem der



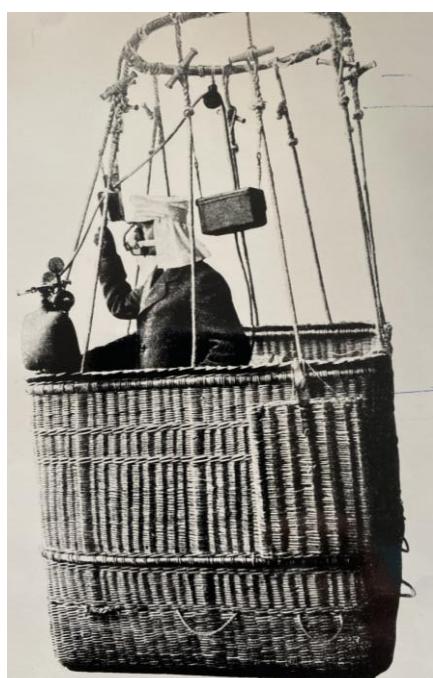
Im Jahre 2000!

Grosspapa wird allmählich Stubenhocker. Kaum dass man ihn noch zu einer kleinen Tour nach Timbouctou vor dem Essen bewegen kann.

Abbildung 6: Illustrierte Aeronautische Mittheilungen
6: 154 (1902)
(©Archivmaterial Gunga)

cherweise für die Schweinefütterung verwendete Getreide direkt der Bevölkerung als Nahrungsmittel zur Verfügung zu stellen, da dies aus ernährungswissenschaftlicher Sicht die sinnvollere Verwendung sei. Seine Ansichten gipfelten schließlich darin, die offizielle Schlachtung von 8–9 Millionen Schweinen zu fordern, was im Frühjahr 1915 so auch durchgeführt wurde (Gunga 2009).

Abbildung 7: Ballonfahrer mit Sauerstoffmaske, Mütze und Nackenschutz (Mehl: Der Freiballon in Theorie und Praxis, 1911)
(©Archivmaterial Gunga)



Ernährungsphysiologie zu. Mit Ausbruch des Ersten Weltkrieges – besonders verschärft durch die Seeblockade der Engländer – wurden die Nahrungsmittel in Deutschland knapp. So stellte Zuntz bei sich selbst im Mai 1916 eine „ganz erhebliche Verminderung des Oxidationsprozesses“ und eine beträchtliche Körpergewichtsabnahme von mehreren Kilogramm fest (Gunga 2009). Jetzt war seine Expertise in ernährungsphysiologischen Fragen zunehmend auch von Regierungsstellen und Ministerien gefragt. Bereits kurz nach Ausbruch des Ersten Weltkriegs hatte Zuntz weitsichtig öffentlich dafür plädiert, angesichts der drohenden Knappheit das in Deutschland übli-

In den folgenden Jahren wurden seine wissenschaftlichen Arbeiten zunehmend gewürdigt. So erhielt er im Juli 1918, noch vor der Verleihung des kaiserlichen Kronenordens 2. Klasse, die Ehrendoktorwürde der Tierärztlichen Hochschule Hannover und der Hochschule für Bodenkultur in Wien, 1919 die Ehrendoktorwürde der Philosophischen Fakultät der Universität Bonn. Zuntz wurde zudem dreimal für den Nobelpreis nominiert, wie es in den Annalen des Archivs in Stockholm nachzulesen ist: 1910, 1919 und 1920. Interessanterweise unterschieden sich die Begründungen für die Nominierungen von einem Vorschlag zum nächsten. Während 1910 die umfangreichen Arbeiten von Zuntz auf dem Gebiet der Physiologie (Blut, Kreislauf, Atmung, Wärmeregulation) gelobt wurden, wurden dann seine Untersuchungen über den Stoffwechsel von Pferden und Wiederkäuern gewürdigt, und 1920 schließlich seine Beiträge zur Ernährungsphysiologie. Auf der anderen Seite ist zu erwähnen, dass Zuntz 1919 selbst acht Kollegen für den Nobelpreis vorschlug, i.e. Barcroft, Benedict, Krogh, Loeb, Neuberg, Oppenheim, Tügerstedt und von Wassermann. Er schlug Barcroft für seine Arbeiten über die Sauerstoffaffinität von Hämoglobin und den Stoffwechsel vor, Benedict für seine Erkenntnisse über den Stoffwechsel und Krogh u.a. für



Abbildung 8: Gedenktafel für Nathan Zuntz in der Bleibtreustrasse 38/39 in Berlin wurde 1989 enthüllt
(©Archivmaterial Gunga)

Nathan Zuntz in der Bleibtreustrasse 38/39 zum Leben und Wirken von Nathan Zuntz enthüllt (Abbildung 8).

Literaturverzeichnis

- Es können hier nur einige Stellen genannt werden. Eine umfassende Quellensammlung findet sich in: H.-C. Gunga (2009): *Nathan Zuntz. His Life and Work in the Fields of High Altitude Physiology and Aviation Medicine*. Amsterdam: Elsevier, Academic Press.
- Barnard, R.J., J.O. Holloszy (2003): „The metabolic systems: aerobic metabolism and substrate utilisation in exercising skeletal muscle“. *C.M. Tipton: Exercise Physiology*. Oxford: Oxford University Press.
- Brooks, G.A., L.B. Gladden (2003): „The Metabolic Systems: Anaerobic Metabolism (Glyco and Phosphagen)“. *C.M. Tipton: Exercise Physiology*. Oxford: Oxford University Press.
- Durig, A. (1920): „N. Zuntz“. *Wiener klinische Wochenschrift*. H. 33: 344–345.
- Fishman, A.P., D.W. Richards (1964): *Circulation of the blood. Men and ideas*. Oxford: University Press.
- Gunga, H.-C., K.A. Kirsch (1995a): „Nathan Zuntz (1847–1920) – a German pioneer in high altitude physiology and aviation medicine“, *Part I: Biography. Aviation Space Environmental Medicine*, Feb., 66(2): 168–171.
- Gunga, H.-C., K.A. Kirsch (1995b): „Nathan Zuntz (1847–1920) – a German pioneer in high altitude physiology and aviation medicine“, *Part II: Scientific work. Aviation Space Environmental Medicine*. Feb.; 66(2): 172–176.
- Gunga, H.-C. (2009): *Nathan Zuntz. His Life and Work in the Fields of High Altitude Physiology and Aviation Medicine*. Amsterdam: Elsevier, Academic Press.
- Schroetter, H.v. (1902): „Zuntz N. Ergebnisse zweier Ballonfahrten zu physiologischen Zwecken.“ *Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere*, vol. 92: 479–520.
- West, J.B. (1998): *High life: A history of high-altitude physiology and medicine*. Published for the American Physiological Society. Oxford: University Press.
- Zuntz, N., W. Schumburg (1901): „Studien zu einer Physiologie des Marsches“. Bibliothek v. Coler. *Sammlung von Werken aus dem Bereiche der medicinischen Wissenschaften*, 6. Band, edited by O. Schjerning. Berlin: Hirschwald.
- Zuntz, N., A. Loewy, F. Müller, W. Caspari (1906): *Höhenklima und Bergwanderungen in ihrer Wirkung auf den Menschen*. Berlin: Deutsches Verlagshaus Bong.

seine Forschungen über den Gasaustausch. Tatsächlich wurde Krogh 1920 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet.

Als Nachfolger von Zuntz berief die Fakultät der Königlichen Landwirtschaftlichen Hochschule wenig später Scheunert, der bis dahin als außerordentlicher Professor an der Tierärztlichen Hochschule in Dresden tätig war. Zuntz hätte am liebsten Durig, Loewy oder Caspari als seinen Nachfolger gehabt, dies soll aber am aufkommenden Antisemitismus in der Fakultät gescheitert sein, wie persönlich erhaltenen Briefen von Zuntz zu entnehmen ist (Gunga 2009). Am 22. März 1920 verstarb Nathan Zuntz in Berlin. Im Zuge der „Berliner Gedenktafeln“ wurde 1989 eine Gedenktafel am letzten Wohnsitz von



Barbarei und Kultur. Hegel über die Abgründigkeit der Moderne

Andreas Arndt (MLS, Berlin)

Veröffentlicht: 30. November 2025

Abstract

Hegel is still widely regarded as an optimist of progress who asserted a linear and comprehensive progression in historical development. In contrast, it should be noted that while Hegel does not cultivate historical pessimism, he does analyze the contradictions and abysmal nature of modernity in a sober and disillusioned manner. For Hegel, barbarism is the beginning of culture and its enduring moment. He demonstrates this above all in his view of the mythological narratives of the emergence of rational law, in which and alongside which, in his opinion, the old, archaic law represented by the Erinyes or Eumenides continues to exist and then erupts again when the legal consensus of a community breaks down. This danger is inherent in modern civil society, as Hegel's analysis of the rabble shows.

Resümee

Hegel gilt weithin noch immer als Fortschrittoptimist, der einen einlinigen und umfassenden Fortschritt in der geschichtlichen Entwicklung behauptet habe. Dagegen ist zu zeigen, dass Hegel zwar auch keinen Geschichtspessimismus pflegt, jedoch nüchtern und illusionslos die Widersprüchlichkeit und Abgründigkeit der Moderne analysiert. Für Hegel ist die Barbarei Beginn der Kultur und deren bleibendes Moment. Dies zeigt er vor allem im Blick auf die mythologischen Erzählungen von der Entstehung des Vernunftrechts, in dem und neben dem nach seiner Auffassung das alte, archaische Recht, das die Erinnen bzw. Eumeniden repräsentieren, fortbesteht und dann wieder hervorbricht, wenn der rechtliche Konsens eines Gemeinwesens zerbricht. Diese Gefahr ist der modernen bürgerlichen Gesellschaft immmanent, wie Hegels Analyse des Pöbels zeigt.

Keywords/Schlüsselwörter

Progress, optimism, culture, right/law, bourgeois society, rabble; Fortschritt, Optimismus, Kultur, Recht, bürgerliche Gesellschaft, Pöbel

Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen ist eine Notiz in Hegels Handexemplar seiner *Grundlinien der Philosophie des Rechts* (1821): „Die Eumeniden schlafen – treten erst hervor gerufen“ (Hegel 2010: 543). Diese Bemerkung isträtselhaft. Im griechischen Mythos sind die Eumeniden – die „Wohlmeinenden“ – die ehemaligen Rachegöttinnen („Erinnen“), die auf ihr angestammtes Recht auf Blutrache verzichtet haben, sich stattdessen um die Fruchtbarkeit der Erde und der Bevölkerung der Polis kümmern und dafür kultische Verehrung genießen. Sie schlafen also nicht, sondern sind zum Wohl der Polis tätig. Hegels Bemerkung macht nur dann Sinn, wenn man berücksichtigt, dass er – wie z.B. auch schon Euripides – nicht terminologisch zwischen den Erinnen und den Eumeniden differenziert. Dann bedeutet der Schlaf der Eumeniden, dass sie jederzeit als Rachegöttinnen wieder auf den Plan treten

können, wenn sie denn „gerufen“ werden. Die Abschaffung des archaischen Blutrechts, für das die Erinnen stehen, durch das Vernunftrecht (*νοος*), das nach Hegels Auffassung konstitutiv für die Moderne ist, ist demnach umkehrbar. Anders gesagt: die Moderne ruht nicht auf sicherem Grund, ein für allemal befestigt durch den Fortschritt der Vernunft, sondern sie überspannt nur einen Abgrund, in den sie zu stürzen droht, wenn die Vernunft sie nicht mehr zu halten vermag.

Diese Konsequenz steht freilich im Widerspruch zu dem noch immer gängigen Bild Hegels als eines ungebrochenen Fortschrittstheoretikers. Diesem Bild möchte ich widersprechen, ohne Hegel deswegen umgekehrt zu einem Fortschrittpessimisten stilisieren zu wollen. Hegel unterläuft vielmehr diese Entgegensetzung, indem er die Philosophie darauf verpflichtet, sich an das zu halten, was ist, und nicht an das, was sein sollte (oder auch abstrakt möglich sein könnte): „*Hic Rhodus, hic saltus*“ – „*Hier* ist die Rose, *hier* tanze“ (Hegel 2009: 15). Hegels Analyse der Gegenwart freilich ist illusionslos. Sie schließt nicht nur deren Gewordensein ein, sondern misst auch deren Abgründe aus. Um Hegels Blick in diese Abgründe geht es im Folgenden, wobei ich zunächst auf die Frage nach dem Geschichtsoptimismus eingehen möchte (1), um dann das Verhältnis von Barbarei und Kultur bei Hegel im allgemeinen kurz zu umreißen (2). Hegels Interpretation des antiken Mythos im Blick auf die Entstehung des Vernunftrechts zeigt dann, dass nach seiner Auffassung das alte, archaische Recht, das die Erinnen bzw. Eumeniden repräsentieren, neben und in dem Vernunftrecht fortbesteht und dann wieder hervorbricht, wenn der rechtliche Konsens eines Gemeinwesens zerbricht (3). Dass diese Gefahr nach Hegels Ansicht der modernen bürgerlichen Gesellschaft immanent ist, soll zum Abschluss gezeigt werden (4).

1.

Dass Hegel heute vielfach als Fortschrittsoptimist angesehen wird, ist offenbar auch dadurch bedingt, dass Geschichtsphilosophie überhaupt und mit ihr auch Hegels Philosophie der Weltgeschichte in Verruf geraten ist (vgl. Rohbeck 2000). Andreas Reckwitz hat dies Verdict jüngst so formuliert: „Geschichtsphilosophie – das klingt nach einer verstaubten, seit Langem überholten Denkweise. Aber man sollte sich nicht täuschen: Als gesunkenes Kulturgut ist die liberale Geschichtsphilosophie insbesondere seit den 1990er-Jahren überaus wirksam. [...] *Deren ideenhistorische Wurzel ist die europäische Aufklärung, systematisch ausbuchstabiert im historischen Idealismus Hegels: Dass der Gang der Geschichte einer Entfaltung der Vernunft entspricht, schien hier festzustehen.* Geschichte, in diesem Verständnis bezogen auf ganze Gesellschaften, folgt also einem Richtungssinn. Im Prinzip handelt es sich dabei um eine Entwicklung zum Beseren: ‚Vorwärts – nicht rückwärts!‘ Die Geschichte tritt demnach nicht auf der Stelle, sondern folgt grundsätzlich dem Muster des Fortschritts, das nicht nur Technik und Wissenschaft, sondern auch Recht, Politik und Moral umfassen soll.“ (Reckwitz 2022) Reckwitz knüpft damit an Reinhart Kosellecks These an, dass in den Geschichtsphilosophien des 18. Jahrhunderts die Fortschritte auf verschiedenen Gebieten schließlich in einen Kollektivsingular („der Fortschritt“) verwandelt worden seien (Koselleck 1975: 388.401). Dass diese These auch philologisch nicht haltbar ist, hat Johannes Rohbeck (2019) nachgewiesen; die Fortschrittstheorien der Aufklärung (Rohbeck 1987) lieferten vielmehr kaum Belege für einen solchen Kollektivsingular, sondern bezogenen sich auf Fortschritte (im Plural) auf einzelnen Gebieten.

Auch bei Hegel findet sich, anders als Reckwitz behauptet, nicht ein Kollektivsingular „Fortschritt“ (vgl. Reinicke 1979: 191f.), denn er redet vom Fortschritt immer nur in bestimmten Hinsichten: Fortschritt der Verfassung etc. In Bezug auf den Weltgeist und die Weltgeschichte spricht er ausdrücklich von Fortschritten im Plural: „*in der Weltgeschichte gehen die Fortschritte langsam*“ (Hegel 1995: 35). Fortschritt im Singular ist bei Hegel daran geknüpft,

dass eine absolut selbstbezügliche Struktur gegeben ist, wie der sich selbst erfassende (menschliche) Geist; in diesem Sinne ist die Weltgeschichte dann der „Fortschritt im Bewußtseyn der Freyheit, – ein Fortschritt, den wir in seiner Nothwendigkeit zu erkennen haben.“ (Hegel 1995: 153). Aber auch dies ist kein allumfassender Fortschritt, wie Koselleck und Reckwitz ihn behaupten, sondern ein sehr spezifischer Fortschritt, der nur das *Bewusstsein* der Freiheit betrifft und nicht z.B. die *Realisierung* der Freiheit im Staat.

In diesem Zusammenhang ist auch über den angeblichen Optimismus Hegels zu urteilen. Aus dem Fortschritt im Bewusstsein der Freiheit leitet sich kein Fortschritt in der Realisierung der Freiheit ab. Wie die Zukunft sich gestaltet, ist nach Hegel offen, und diese Gestaltung ist auch nicht direkt die Aufgabe der Philosophie: „Wie sich die zeitliche, empirische Gegenwart aus ihrem Zwiespalt herausfinde, wie sie sich gestalte, ist ihr zu überlassen und ist nicht die *unmittelbar* praktische Sache und Angelegenheit der Philosophie.“ (Hegel 1840: 356) Auch retrospektiv ist der Fortschritt im Bewusstsein der Freiheit nicht mit den negativen Seiten des Geschichtsverlaufs zu verrechnen, denn Hegel betreibt keine Theodizee in dem Sinne, dass er die Übel in der Welt als Notwendigkeiten in einem göttlichen Heilsplan ansieht. Ausdrücklich ist der „Weltgeist“ nicht mit Gott zu identifizieren: „Weltgeist. Gott und Weltgeist gränzt in der Vorstellung sehr nah an einander. Der Unterschied beruht darauf dass der Weltgeist der Geist in der Welt ist wie er sich im menschlichen Bewusstseyn darstellt und explicirt.“ (Hegel 2019: 812) Zwar redet Hegel davon, dass der „Endzweck der Welt“ in der Weltgeschichte hervortrete und ihre „Betrachtung insofern eine *Theodicäe*“ sei (Hegel 1995: 150), jedoch bezieht sich dies auf den Gang des (menschlichen) Geistes, „sich zu dem machen was seyn Begriff ist. Diese Bewegung ist vernunftig, das heisst der Geist wie er sich in der Welt dem Bewusstseyn explicirt, ist gemäss der ewig an sich seyenden Vernunft.“ (Hegel 2019: 812) Für eine Theodizee im eigentlich Sinne fehlt hier der dafür notwendige Adressat, nämlich Gott (vgl. auch Hüffer 2002; Jaeschke 2016: 378–380).

Endzweck der Weltgeschichte ist, wie erwähnt, das Bewusstsein der Freiheit, und dieser Zweck wird *nicht aufgrund* der Übel und des Negativen in der Geschichte, *sondern trotz* ihrer erreicht. Man könne, so Hegel, die Ergebnisse der menschlichen Handlungen „ohne rednerische Übertreibung blos mit richtiger Zusammenstellung des Unglücks, den das Herrlichste an Völker- und Staatengestaltungen, wie an Privat-Tugenden oder Unschuld wenigstens erlitten hat, zu dem furchtbarsten Gemählde erheben, und ebenso damit die Empfindung zur tiefsten rathslosesten Trauer steigern, welcher kein versöhnendes Resultat das Gleichgewicht hält“ und damit „die Geschichte als diese Schlachtbank betrachten, auf welcher das Glück der Völker, die Weisheit der Staaten und die Tugend der Individuen zum Opfer gebracht worden“. (Hegel 1995: 156f.) Hegel ist nüchterner Realist, aber keineswegs Fortschritt optimist. „Optimismus“ ist ursprünglich ein Ausdruck zur kritisch-polemischen Charakterisierung der Leibniz'schen These, die von Gott geschaffene Welt sei die beste aller möglichen Welten (das Optimum). Eine bessere Welt, gestaltet durch menschliche Freiheit, sei damit nicht möglich (Paoli 2025). Diese Auffassung steht quer zur Hegelschen Theorie.

2.

Hegels illusionsloser Blick auf die Geschichte kommt auch darin zum Ausdruck, dass er Kultur und Zivilisation weder von einem vorgesellschaftlichen Naturzustand abtrennt noch im Nachhinein eine ahistorisch wertende Grenze zwischen „barbarischen“ und zivilisatorischen Verhältnissen in die Geschichte projiziert. Wenn Geschichte der Prozess der Selbstbewusstwerdung des menschlichen Geistes als Freiheit ist, dann lassen sich keine Gestalten und Tätigkeiten des Geistes von dieser Freiheitsgeschichte abspalten. Dies gilt, so hält es Hegel bereits als Gymnasiallehrer der Philosophie in Nürnberg fest, auch für den vorrechten Zustand des „Kampfes um Anerkennung“, der bereits 1807 in der *Phänomenologie des*

Geistes in dem Kapitel über Herrschaft und Knechtschaft dargestellt wird. In gegenwärtigen Sozialtheorien hat diese Figur vielfach große Aufmerksamkeit gefunden, jedoch ist sie bei Hegel eindeutig in einem vorrechtlichen Zustand verortet (Arndt 2023: 136–152). Im Blick darauf heißt es bei Hegel: „*Barbarisches Verhältniß ist die erste Stufe zur Kultur*“ (Hegel 2006: 18). Diese erste Stufe *zur Kultur* wird in dieser Hinsicht *in die Kultur* dadurch aufgehoben, dass das Anerkanntsein im Recht institutionalisiert wird. Anerkanntsein bezeichnet den Rechtszustand und heißt, dass die Personen als Rechtssubjekte gelten und einander in dieser Hinsicht gleich sind.

Der Begriff „Kultur“, der zu dieser Zeit wesentlich von Johann Gottfried Herder geprägt war, kommt bei Hegel kaum vor (Arndt 2010). In Hegels Terminologie wird er weitgehend durch den Begriff des Geistes und insbesondere durch den Begriff des objektiven Geistes ersetzt, denn es geht ihm sowohl bei der Kultivierung der Erde – dem gesellschaftlichen Naturverhältnis – als auch bei der Kultivierung des gesellschaftlichen Zusammenlebens – der Politik – wesentlich um die Differenz des Geistigen nicht nur zur Natur, sondern zum Bestehenden überhaupt, eine Differenz, welche aus der Unmittelbarkeit des menschlichen Verhältnisses zur Natur und zur Gesellschaft heraustritt und Reflexion und damit die Fortentwicklung des Geistes ermöglicht. Entsprechend gilt Hegel Barbarei in seinen *Vorlesungen über die Philosophie der Weltgeschichte* als ein Zustand, „wo die Weltlichkeit unmittelbar nur Geist, dieser unmittelbar Weltlichkeit ist.“ (Hegel 2015a: 101) Das bedeutet: Barbarei hat zwar (schon) eine geistige Natur, aber dieses Geistige ist nicht in sich reflektiert, sondern in das unmittelbar Bestehende versenkt. Insofern kann die Barbarei, ihrer geistigen Natur gemäß, zwar auch dieser Bestimmung nach als erste Stufe der Kultur gelten, jedoch als eine Stufe, die es zu überwinden gilt.

Diese Überwindung geschieht – wie im Falle des Kampfes um Anerkennung – durch die Institutionalisierung geistiger Verhältnisse; in diesem Falle des Anerkanntseins im Recht (mit den entsprechenden staatlichen Institutionen der Gesetzgebung, der Rechtspflege und der staatlichen Gewalt zur Durchsetzung des Rechts. Erst die Institutionalisierung des Geistigen befreit es von subjektiver Willkür und macht das Bestehende einer vernünftigen Beurteilung zugänglich. Der Maßstab solcher Beurteilung ist, das sei hier noch einmal betont, das Bewusstsein der Freiheit, denn Weltgeschichte ist ja für Hegel nichts anderes als Fortschritt im Bewusstsein der Freiheit und entsprechend versteht er das Recht auch als Dasein der Freiheit: „Dieß, daß ein Daseyn überhaupt, *Daseyn des freyen Willens* ist, ist das Recht. – Es ist somit überhaupt die Freyheit, als Idee“ (Hegel 2009: 45).

Institutionalisierung bedeutet jedoch auch, dass die Institutionen und so auch das Recht entsprechend dem Stand der geistigen Entwicklung, dem Bewusstsein der Freiheit, einem Wandel unterworfen sind bzw. aufgrund der Fortschritte des Geistes ihr Recht verloren haben und nur noch etwas bloß Existierendes sind, wenn sie dem weltgeschichtlichen Stand des Freiheitsbewusstseins nicht mehr entsprechen. Für Hegel geht es dabei wesentlich um den Zuwachs an individueller Freiheit, das Recht der Subjektivität. „Das Recht der Besonderheit des Subjects, sich befriedigt zu finden, oder, was dasselbe ist, das Recht der *subjectiven Freyheit* macht den Wende- und Mittelpunkt in dem Unterschiede des *Alterthums* und der *modernen* Zeit.“ (Hegel 2009: 110) Indessen bedeutet die Verrechtlichung der Freiheit auch, dass Freiheit in ihrer Realisierung vom rechtlichen Konsens der Gesellschaft abhängt; ohne die Zustimmung der Individuen als Rechtssubjekte verlieren das Recht und mit ihm die Freiheit ihre prägende Kraft für das gesellschaftliche Zusammenleben.

Zum rechtlichen Konsens gehört, dass der Staat das Recht allgemein durchsetzt und Verletzungen des Rechts sanktioniert. Im Strafrecht kommt es dabei zu einer Wiedervergeltung: der Verbrecher wird als Individuum bestraft (Caspers 2012). Darin liegt ein archaisches oder barbarisches Moment: In ihrem Ursprung, in der „*Sphäre der Unmittelbarkeit des Rechts*“,

ist die Strafe „zunächst Rache“, wenn auch „dem *Inhalte* nach gerecht“ (Hegel 2009: 95). Im Recht ist die Rache aufgehoben, aber noch immer als Gewalt anwesend, denn die Verletzung des Rechts durch das Verbrechen wird durch die Verletzung des besonderen Willens des Verbrechers vergolten. Geändert hat sich die Form der Willensbestimmung in der strafenden gegenüber der rächenden Handlung, sie ist nicht mehr bloß subjektiv bestimmt, sondern zielt auf das Allgemeine und dessen Anerkennung – die Anerkennung des Rechts – durch den Verbrecher.

In diesem Zusammenhang ist zu betonen, dass das Verbrechen und Strafe nicht Momente eines Kampfes um Anerkennung sind. Das Anerkennen, von dem Hegel spricht, bezieht sich ausschließlich und durchgängig auf das Anerkennen eines Allgemeinen und nicht auf die Anerkennung eines anderen Selbstbewusstseins (Hegel 2009: 92). Die anerkennungstheoretische Interpretation der Hegelschen Straflehre – die Strafe sei Wiederherstellung der Anerkennungsbeziehung der Individuen als Personen (zur Kritik daran Caspers 2012: 252f.) – übersieht, dass Hegel sich bei Recht und Staat nicht auf Anerkennungsprozesse im Sinne des Kampfes um Anerkennung, sondern auf einen *Zustand* des Anerkanntseins bezieht: „Im Staate gilt jeder als anerkannt und anerkennend, daß er sich die blosse Unmittelbarkeit der Begierde, des Unrechts, des Gelüstens abgethan und gehorchen gelernt habe“, wobei der Gehorsam sich auf das Recht bezieht (Hegel 2000: 331).

In diesem Zustand ist der Kampf um Anerkennung schon immer aufgehoben und das Anerkanntsein wird durch die Gewalt des Rechts aufrechterhalten: „*Gewalt* ist nicht Grund des Rechts – sondern *Recht* ist Grund der Gewalt – Recht hier freyes Selbstbewußtseyn – das sich Daseyn gibt – d.i. Anerkanntseyn von andern – Anerkanntseyn – ist das Daseyn der Persönlichkeit im Staate überhaupt“ (Hegel 2000: 331). Nur aufgrund dieses Anerkanntseins im Rechtszustand kann der Verbrecher auch als ein Vernünftiger angesprochen und damit, wie Hegel betont, „geehrt“ werden (Hegel 2009: 93). Gleichwohl bleibt das Element der Gewalt der Wiedervergeltung eingeschrieben. Im Kontext der Wiedervergeltung *im Rechtszustand* heißt es, wie bereits zitiert: „Die Eumeniden schlafen – treten erst hervor gerufen“ (Hegel 2010: 543). eigentlich sind im antiken Mythos die Eumeniden bzw. Erinnen – die Rache-göttinnen – mit der Etablierung des Vernunftrechts nicht mehr an der Wiedervergeltung beteiligt, da die Blutgerichtsbarkeit auf die rechtlichen Institutionen der Polis übergegangen ist; Hegels Bemerkung macht daher nur dann Sinn, wenn die Wiedervergeltung ein *bleibendes archaisches Moment* auch im Rechtszustand darstellt. In der gesetzlichen Strafe wird das Moment der Rache aufgehoben, aber nicht getilgt. Die daraus sich ergebende Dialektik der Gewalt hat – unabhängig von Hegel – Walter Benjamin pointiert dadurch zum Ausdruck gebracht, dass die am Ursprung des Rechts stehende rechtsetzende Gewalt im Rechtszustand als rechtserhaltende Gewalt fortlebe (Benjamin 1988).

3.

Hegels Erzählung von der Transformation der Rache in den Rechtszustand als Strafe hat ihre mythologische Entsprechung in der *Orestie* des Aischylos. Die Urszene der Geburt des Rechts findet sich in dem dritten, den tragischen Zyklus abschließenden Teil, den *Eumeniden*. Die *Orestie* wurde im Frühjahr 458 v. Chr. uraufgeführt, nachdem kurz zuvor, in den Jahren 462/461 v. Chr., auf Betreiben des Ephialtes der Areopag all seiner politischen Befugnisse beraubt worden war; es blieb ihm lediglich die Rechtssprechung über die Blutgerichtsbarkeit. Auf diese Ereignisse spielt Aischylos an, indem er die mythische Einsetzung des Areopags durch die Schutzgöttin der Stadt, Athene, beschwört. Aufgeführt wird ein Kampf der neuen, olympischen Gottheiten mit den alten, chtonischen Gottheiten, den Erinnen, und beide Seiten repräsentieren bzw. stifteten unterschiedliches Recht: die alten Gottheiten das Gesetz der Blutrache, die neuen Gottheiten das gesetzte Recht, den *vόμος*, den Athene in ihrer Polis

einführt. Zugleich geht es auch um die Ablösung des Mutterrechts, für das die Erinnen stehen, durch das Patriarchat, das die aus dem Haupt des Zeus entsprungene Jungfrau Athene verkörpert, denn der Fall, der verhandelt wird, ist Muttermord.

Orest hat den Mord an seinem Vater Agamemnon durch den Mord an der Mörderin, seiner Mutter Klytaimestra, gerächt, deren Schatten aus dem Totenreich heraus wiederum die Erinnen zur Rache an ihrem Sohn aufstachelt. Orest flieht in den Delphischen Tempel des Apollon, um von dem Gott Schutz und Entsühnung zu erhalten. Apollon gewährt ihm diesen Schutz, wobei er den Richterspruch Athene überlässt. Orest findet daraufhin im Tempel der Athene Zuflucht, die sich des Verfolgten annimmt und den Areopag „fest für alle Zeit“ (Aischylos o.J.: Vers 484) als geschworene Richter in Mordsachen einsetzt. Im Vorfeld allerdings stellt Athene klar, dass ein Richterspruch allein nicht ausreicht, die Ansprüche der alten und neuen Götter zu versöhnen, denn den Erinnen „bleibt ein Anspruch, nicht leicht abweisbar; / Und geht für sie nicht diese Sache siegreich aus, / Befällt das Land hier, als ein Gift aus ihrer Brust / Zu Boden trüfend, unerträglich grausge Pest.“ (Aischylos o.J.: Verse 470ff.)

In dem anschließenden Prozess fungiert Apollon als Verteidiger des Orest und Athene als Vorsitzende des Gerichts. Nach dem Mutterrecht ist der Mord an der Mutter, also der des Orest an Klytaimestra, das schwerste Verbrechen, während Klytaimestras Mord an dem Gatten und Vater, Agamemnon, weniger ins Gewicht fällt. Nach dem neuen, patriarchalischen Recht der olympischen Götter dagegen ist die Ehe heilig und der Vater die wichtigste Figur, während die Mutter, wie Apollon ausführt, nur Nährerin ist. Dass die Mutter im Zweifelsfalle ganz entbehrlich ist, verkörpert die kopfgeborene Athene. Sie schließt sich dem neuen Recht an, indem sie den entscheidenden Stimmstein für Orests Freispruch abgibt. Zugleich aber sorgt Athene dafür, dass die Erinnen befriedet werden. Sie haben – neben den olympischen Göttern – künftig in Athen kultische Verehrung zu genießen, wenn sie im Gegenzug als die Wohlmeinenden, die *Eumeniden*, für die Fruchtbarkeit und das Wohlergehen der Polis sorgen. Nur durch Stimmengleichheit – und damit ehrenhaft – unterliegen die Erinnen, eine Bedingung dafür, dass sie in die neue Ordnung des göttlichen und menschlichen Rechts eingebunden werden können.

Hegel hat sich mehrfach mit dieser Erzählung auseinandergesetzt (Arndt 2022; Arndt 2023: 153–170). Dabei sind vier Punkte besonders hervorzuheben. (a) Die Tat des Orest, der seine Mutter als die Mörderin seines Vaters getötet hatte, sei „ein Sittliches und ganz Menschliches“ gewesen; Orest habe „die Gerechtigkeit, das Recht als Rache“ vollzogen, und „die Eumeniden, das Gewissen geht ihn nichts an“ (Hegel 2018: 732). Die Eumeniden oder Erinnen (Hegel setzt sie einander gleich) sind das Gewissen als das innere Bewusstsein dessen, was gerecht ist (Hegel 2021: 146). Dieses Bewusstsein tritt bei Orest aber als Rache infolge einer subjektiven Verletzung auf und beschwört damit den ewigen Kreislauf von Vergeltung und Wiedervergeltung.

(b) Gleichwohl sind die Erinnen Repräsentantinnen einer vorstaatlichen, noch nicht auf vernünftige Allgemeinheit begründeten Proto-Rechtsform. Sie sind daher keine reinen Naturmächte mehr, sondern haben schon eine geistige Seite. Der griechische Mythos zeige demnach den „Uebergang von den *natürlichen* zu den *geistigen* Göttern“, die nur noch „mit einem Anklang des Natürlichen“ versehen sind (Hegel 2021: 263). Es ist der Übergang vom unmittelbaren Recht zum politisch gesetzten Recht, *vōμος*, für das Zeus als „der politische Gott, der Gott der Gesetze, der Herrschaft, aber der bekannten Gesetze, nicht der Gesetze des Gewissens“ steht: „Da gilt das Recht nach offenen Gesetzen, nicht die Gesetze des Gewissens. – Das Gewissen hat im Staat kein Recht [...], sondern das Gesetzliche.“ (Hegel 2021: 138f.)

(c) Die offenen Gesetze schließlich führen aus dem Teufelskreis von Vergeltung und Wiedervergeltung heraus und setzen Versöhnung an die Stelle der Rache: Orest wird vom Areopag nicht als Muttermörder verdammt, sondern bleibt als Individuum am Leben. Es ist dies, Hegel zufolge, in erster Linie die Versöhnung zweier Mächte: des alten, unmittelbaren und noch natürlichen, und des neuen, des offenkundigen und geistigen Rechts, die Transformation von Rache in gesetzliche Strafe (Hegel 2018: 888).

(d) Dadurch tritt schließlich hervor, dass das alte Recht nicht dauerhaft überwunden ist, sondern nur insoweit, wie das neue Recht immer wieder die Versöhnung zustande zu bringen vermag, von dieser Versöhnung hängt die Stabilisierung des Gemeinwesens ab. Das „*untre* Recht“, so heißt es in der *Phänomenologie des Geistes*, „sitzt mit *Zers* auf dem Throne, und genießt mit dem offenkundigen Rechte und dem wissenden Gotte gleiches Ansehen.“ (Hegel 1980: 395)

4.

„Die Eumeniden schlafen nur“. Hegels auf den ersten Blick rätselhafte Bemerkung bedeutet, dass sie – trotz der Transformation der Rache in vernünftige Rechtsprechung – jederzeit wieder aufwachen können, wenn der Rechtsfrieden durch ein Verbrechen gestört wird bzw. der rechtliche Konsens einer Gesellschaft zerbricht. Letzteres geschieht Hegel zufolge dann, wenn das Einzelne, Besondere und Allgemeine sich auseinanderbewegen und in einen feindlichen Gegensatz geraten, was in den modernen Gesellschaften strukturell angelegt ist, weil die Individualität bzw. Subjektivität sich hier grundsätzlich in einem Spannungsverhältnis zum Allgemeinen befindet. Ein Gleichgewicht der widerstreitenden sittlichen Mächte wird, der *Phänomenologie* zufolge, dadurch erreicht, dass das menschliche Recht (*νόμος*) „das aus dem Gleichgewichte tretende Fürsichseyn, die Selbständigkeit der Stände und in Individuen in das Allgemeine zurückbringt“; aber auch auf der anderen Seite gibt es eine Gerechtigkeit, „welche das über den Einzelnen übermächtig werdende Allgemeine zum Gleichgewichte zurückbringt“; sie „ist ebenso der einfache Geist desjenigen, der Unrecht erlitten; [...] er selbst ist die unterirdische Macht, und es ist *seine* Erinnye, welche die Rache betreibt“ (Hegel 1980: 250).

Es ist vor allem die Sphäre der modernen bürgerlichen Gesellschaft, in der das Recht der Besonderheit herrscht, die für Hegel Widersprüche des Einzelnen, Besonderen und Allgemeinen hervorbringt (Arndt 2023: 171–182). Sie ist für Hegel aus der Allgemeinheit des politischen Gemeinwesens herausgefallen und steht in einer unaufhebbaren Differenz zum Staat, wobei sie, aufgrund dieser Unaufhebbarkeit und ungeachtet aller Versuche des Staates, sie einzuhegen, eine konfliktträchtige Dynamik entwickelt, die imstande ist, die vernünftige Grundlage des Gemeinwesens, das Recht, zu untergraben. Hierfür steht Hegels Begriff des „Pöbels“, der den Verlust rechtlicher Gesinnung bezeichnet (Ruda 2011). Dieser tritt beim armen Pöbel dadurch ein, dass er um sein Recht gebracht wird, beim reichen Pöbel dadurch, dass er sich über das Recht hinwegsetzt.

Der arme Pöbel entsteht dadurch, dass – bei wachsendem Reichtum der besitzenden Klassen auf dem anderen Pol der Gesellschaft – eine absolute materielle Vereinigung eines großen Teils der Bevölkerung eintritt, so dass dieser nicht mehr in der Lage ist, seine Existenz durch Arbeit zu sichern. Dadurch, so Hegel, kommt es zu einem Verlust „des Gefühls des Rechts, der Rechtlichkeit und der Ehre, durch eigene Thätigkeit und Arbeit zu bestehen“ (Hegel 2009: 194). In diesem Zusammenhang sind zwei Punkte besonders hervorzuheben. Zunächst: es handelt sich hier nicht nur um ein Gefühl der Rechtlosigkeit, sondern um die Verletzung eines elementaren Rechts. In der Vorlesung 1821/22 zur *Rechtsphilosophie* führt Hegel dazu aus: „in der bürgerlichen Gesellschaft hat Jeder den Anspruch, durch seine Arbeit zu existieren; erlangt er nun durch seine Thätigkeit dies Recht nicht, so befindet er sich in

einem Zustand der Rechtlosigkeit, er kommt nicht zu seinem Recht, und dies Gefühl ist es, das die innere Empörung hervorbringt. Dann macht der Mensch sich selber rechtlos und hält sich auch der Pflichten entbunden, und dies ist dann der Pöbel.“ (Hegel 2015b: 754)

Eigentlich käme hier das Notrecht zur Geltung, wie es im Paragraphen 127 der *Grundlinien der Philosophie des Rechts* formuliert wird. Die Aneignung fremden Eigentums zum Überleben wende, so heißt es dazu in den Vorlesungen, „eine vollkommene Verletzung des Daseins [...] und totale Rechtlosigkeit“ ab, während die Verletzung des Eigentums sich nur auf ein besonderes Recht bezieht: „Also ein Unendliches steht gegenüber der Verletzung des besonderen Rechts, das ganze Recht wird verletzt durch die Verletzung der Realität des Rechts.“ Dies sei „ein Empörendes für jeden Menschen“ (Hegel 2015c: 1222f.). Dennoch gesteht Hegel dem armen Pöbel eine solche Empörung gegen das Eigentumsrecht nicht wirklich zu, da er in dieser Empörung eine das Recht selbst untergrabende Gesinnung ausmachen zu können meint: „Die dürftige Pöbelhaftigkeit haben wir bestimmt als Bewußtsein der Rechtlosigkeit unter Voraussetzung des Rechts; der Pöbel ist ausverschämt, indem er aus einem scheinbaren Rechtsgrunde unrechtlich ist, er will sich oft auch nur rächen wegen seines verletzten Rechts. Der Pöbel ist am meisten formell rechtlich, hält sich an diesen formellen Gesichtspunct, ohne eine Ehrfurcht, Scheu Sitte. Indem dieser Zustand anfängt von meinem verletzten Recht, so ist das verletzte Recht gerade ein Rechtsgrund an dem er festhält und worin er seine Schaamlosigkeit geltend macht.“ (Hegel, 2015 b: 754f.)

Hegels Ausführungen sind in sich widersprüchlich. Erstens treffen sie nicht die Pöbelhaftigkeit als solche, sondern nur den armen Pöbel, denn der reiche Pöbel hat keinen Rechtsgrund, sich über bestimmte Rechte hinwegzusetzen. Zweitens wäre die Gesinnung (Mangel an Ehrfurcht, Scheu und Sitte) rechtlich ohne Belang, solange der Pöbel „formell rechtlich“ bleibt, d.h. das Recht selbst nicht verletzt. Drittens: Wo der Pöbel „aus einem scheinbaren Rechtsgrunde unrechtlich ist“, indem er das Eigentumsrecht der Besitzenden verletzt, handelt es sich nach den erwähnten Ausführungen zum Notrecht nicht um einen scheinbaren, sondern um einen tatsächlichen Rechtsgrund, weshalb es auch nicht unrechtlich ist, ihn geltend zu machen.

Tatsächlich ist diese Widersprüchlichkeit in Hegels Argumentation Ausdruck eines tieferliegenden Widerspruchs zwischen dem Recht und der Realität des Rechts. Wenn es im Zusammenhang mit dem Notrecht heißt, „das ganze Recht wird verletzt durch die Verletzung der Realität des Rechts“ (Hegel 2015c: 1223), dann stellt sich die Frage, wodurch diese Verletzung der Realität des Rechts zustande kommt. Tatsächlich steht hier die faktische Rechtlosigkeit eines Großteils der gesellschaftlichen Individuen hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Befriedigung der elementaren Lebensbedürfnisse dem unbedingten Festhalten an der Heiligkeit des Privateigentums entgegen. Es sind nicht die Gesinnungen des armen Pöbels, „die zu den traurigen gehören“ (Hegel 2015b: 755), sondern es sind die gesellschaftlichen Verhältnisse, die eine Tragödie im Recht heraufbeschwören.

In der Moderne kehrt innerhalb der bürgerlichen Gesellschaft und des bürgerlichen Rechts eine Konstellation wieder, welche Analogien zur klassischen Tragödie aufweist. Die Forderungen des unmittelbaren, natürlichen Lebens, die mit der Einsetzung des *vόμος* durch die Verehrung der Eumeniden als Hüterinnen der Polis als Reproduktionsgemeinschaft auch als Grundlage des Rechts anerkannt wurden, stehen jetzt einer bestimmten Rechtsform, dem Privateigentum, entgegen. Das abstrakte Recht und seine Realität in der konkreten Existenz der Rechtssubjekte als der wirklichen Voraussetzung des Rechts fallen auseinander. Es ist eine Tragödie *im* Recht, die, wie Hegel erkennt, ihre Ursache selbst nicht im Recht hat. Hegel weiß, dass der Pöbel durch die eigentümliche Dynamik der bürgerlichen Gesellschaft, die Schere zwischen Verarmung einerseits und Vermehrung des Reichtums andererseits,

hervorgebracht wird, weiß hierfür aber keine Lösung; er sieht sehr klar die Folgen der Dynamik der bürgerlichen Gesellschaft, kann deren Bewegungsgesetz jedoch nicht erklären.

Auf der anderen Seite gibt es auch den reichen Pöbel: „der Reichthum ist eine Macht, und diese Macht des Reichthums findet leicht, daß er auch die Macht ist über das Recht, der Reiche kann sich aus vielem herausziehen, was Anderen übel bekommen würde. Diese Ge- sinnung nun, daß der Reichtum Macht gegen das Recht, gegen Sitte ist, indem diese existirt, so nimmt er eben so an für sich einen Zustand von Rechtlosigkeit, in dem er die Macht ist. Der Reichthum setzt eine Menge Menschen in Abhängigkeit. Der Reichthum kann die Subsistenz Vieler in seiner Hand sehen, sieht sich als Herr ihrer Noth und damit auch vieler Rechte derselben. Man kann dies dann auch Verdorbenheit nennen, daß der Reiche sich alles für erlaubt hält.“ (Hegel 2015b: 754)

Der Zustand der Rechtlosigkeit, welchen der reiche Pöbel faktisch unterstellt, unterscheidet sich freilich grundlegend von dem Gefühl der Rechtlosigkeit des armen Pöbels. Letzteres hat einen realen Rechtsgrund, den Verlust der Rechte auf Subsistenz durch eigene Arbeit und auf Teilhabe am gesellschaftlichen Leben, kurz: den Verlust der Möglichkeiten zur Realisierung der individuellen Freiheit. Der reiche Pöbel hingegen wird in keiner Weise in seinen Rechten verletzt, sondern profitiert im Gegenteil von der rechtlichen Heiligung des Privat- eigentums, die seine Macht zementiert. Diese Macht ist es, welche die Ohnmacht der anderen Seite erzeugt und damit die Erinnnyen heraufbeschwört.

Das Allgemeine ist hier von den besonderen Interessen des besitzenden Teils der bürgerlichen Gesellschaft usurpiert und in den Dienst genommen worden; es ist also das eingetretene, wovor Hegel in den *Grundlinien der Philosophie des Rechts* ausdrücklich gewarnt hatte, dass nämlich der Staat auf keinen Fall „mit der bürgerlichen Gesellschaft verwechselt“ werden dürfe (Hegel 2009: 201). Die für diese Usurpation instrumentalisierten Individuen aus den Reihen des armen Pöbels kommen daher auch nicht zu ihrem Recht, sondern nur zur Illusion einer gleichberechtigten Teilhabe am Allgemeinen.

In seiner Theorie der Strafe interpretiert Hegel die Wiedervergeltung des Unrechts als Tat der Eumeniden, die durch das Verbrechen geweckt wurden. Sie sind somit Dienerinnen des Rechts (*γόμος*) und nicht mehr Rachegöttinnen. In der Moderne tritt jedoch das System der Bedürfnisse, die ökonomische Struktur der bürgerlichen Gesellschaft, inmitten der Sittlichkeit an die Stelle der Unterwelt der Eumeniden und untergräbt mit seiner Dynamik den rechtlichen Konsens. In der Empörung derer, die ihr Recht im geltenden Recht nicht mehr finden, erwachen die Erinnnyen in ihrer ursprünglichen Gestalt. Anders gesagt: Die Decke der Zivilisation ist dünn, und es droht beständig der Rückfall in Barbarei, wenn der rechtliche Konsens nicht immer wieder befestigt wird.

Angesichts dessen hat die Philosophie weder Optimismus zu verbreiten noch in Hoffnungslosigkeit zu verfallen. Das Wissen um die Zerbrechlichkeit der Moderne begründet kein Einverständnis mit den Mächten, die sie bedrohen. Sie stellt dem Fortschrittoptimismus wie dem Pessimismus die Kraft unserer Freiheit zur Gestaltung einer menschlichen Zukunft entgegen. Noch einmal: „Wie sich die zeitliche, empirische Gegenwart aus ihrem Zwie- spalt herausfinde, wie sie sich gestalte, ist ihr zu überlassen und ist nicht die *unmittelbar* praktische Sache und Angelegenheit der Philosophie.“ (Hegel 1840: 356)

Literatur

- Aischylos (o.J.), *Tragödien und Fragmente*, hg. und übersetzt v. Oskar Werner, München: Hei- meran.
- Arndt, Andreas (2010), „Kultur, Geist, Natur“, *Staat und Kultur bei Hegel*, hg. v. Andreas Arndt und Jure Zovko, Berlin: Akademie, 93–104.

- (2022), “野蛮关系是通向文化的最初阶段” – 黑格尔观点下的文化与自然
[„Barbarisches Verhältniß ist die erste Stufe zur Kultur“. *Kultur und Natur nach Hegel*]. *Academia Ethica* 13, 27–41.
- (2023), *Die Sache der Logik. Begriff und Realität bei Hegel*, Hamburg: Meiner.
- Benjamin, Walter (1988), „Zur Kritik der Gewalt“, *Angelus Novus. Ausgewählte Schriften* 2, Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 42–66.
- Caspers, Britta (2012), „Schuld“ im Kontext der Handlungslehre Hegels, Hamburg: Meiner.
- Hegel, Georg Wilhelm Friedrich (1840), *Vorlesungen über die Philosophie der Religion. Nebst einer Schrift über die Beweise vom Daseyn Gottes. Zweiter Theil*, hg. v. P. Marheineke, Berlin: Duncker und Humblot.
- (1980), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 9, *Phänomenologie des Geistes*.
- (1995), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 18, *Vorlesungsmanuskripte II (1816–1831)*.
- (2000), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 13, *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse (1817)*.
- (2006), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 10, *Nürnberger Gymnasialkurse und Gymnasialreden (1808–1816)*, Teilband 1.
- (2009), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 14, *Grundlinien der Philosophie des Rechts*, Teilband 1.
- (2010), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 14, *Grundlinien der Philosophie des Rechts*, Teilband 2.
- (2015a), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 27, *Vorlesungen über die Philosophie der Weltgeschichte*, Teilband 1.
- (2015b), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 26, *Vorlesungen über die Philosophie des Rechts*, Teilband 2.
- (2015c), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 26, *Vorlesungen über die Philosophie des Rechts*, Teilband 3.
- (2018), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 28, *Vorlesungen über die Philosophie der Kunst*, Teilband 2.
- (2019), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 27, *Vorlesungen über die Philosophie der Weltgeschichte*, Teilband 3.
- (2021), *Gesammelte Werke*, Hamburg: Meiner, Bd. 29, *Vorlesungen über die Philosophie der Religion*, Teilband 2.
- Hüffer, Wilm (2002), *Theodizee der Freiheit*, Hamburg: Meiner.
- Jaeschke, Walter (2016), *Hegel-Handbuch. Leben – Werk – Schule*, 3. Auflage, Stuttgart und Weimar: Metzler.
- Koselleck, Reinhart (1975), „Fortschritt“, *Geschichtliche Grundbegriffe*, hg. v. Otto Brunner, Werner Conze und Reinhart Koselleck, Bd. 2, Stuttgart: Klett-Cotta, 351–423.
- Paoli, Guillaume (2025), *Etwas Besseres als der Optimismus*, Berlin: Matthes und Seitz.
- Reckwitz, Andreas (2022), „Der erschütterte Fortschritts-Optimismus“, <https://www.bpb.de/themen/deutschlandarchiv/507282/der-erschuetterte-fortschritts-optimismus/>, Aufruf 31.10.2025.
- Reinicke, Helmut (1979), Register zu Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Werke*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Rohbeck, Johannes (1987), *Die Fortschrittstheorie der Aufklärung*, Frankfurt a.M. und New York: Campus.
- (2000), *Technik – Kultur – Geschichte. Eine Rehabilitierung der Geschichtsphilosophie*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp.

- (2019), „Koselleck und die Geschichtsphilosophie des 18. Jahrhunderts“, *Forum interdisziplinäre Begriffsgeschichte* 8, 86–92.
- Ruda, Frank (2011), *Hegels Pöbel. Eine Untersuchung der „Grundlinien der Philosophie des Rechts“*, Konstanz: university-press.

E-Mail-Adresse des Autors: a.e.arndt@gmx.de



The EU-US Trade Agreement as a Zero-Sum Game: From Autonomy to Capitulation

Viktor Jakupc (MLS, Deakin University, Warrnambool, Australia / Federation University, Ballarat, Australia)

Veröffentlicht: 30. November 2025

Abstract

The EU-US trade agreement signed in July 2025 exposes what is increasingly seen as a structural asymmetry in transatlantic economic relations. While the United States secures sector-specific advantages, including preferential access and tariff protections, the European Union assumes disproportionate commitments in energy imports and industrial policy—commitments that, it is argued, exceed the EU's fiscal capacity and institutional cohesion. Though presented as a diplomatic breakthrough, the agreement appears, in effect, to function as a zero-sum arrangement, where US gains are mirrored by losses to key European export sectors. Within the EU, it is evident that political reactions range from cautious endorsement to open criticism, revealing growing discomfort with both the substance of the agreement and the opaque nature of the negotiation process. It is further argued that the European Commission's decision to bypass standard institutional procedures has intensified concerns about democratic legitimacy and the erosion of collective agency. While the agreement may have temporarily averted a deeper transatlantic rift, it appears to underscore the EU's reactive posture, internal fragmentation, and ongoing dependence on external security guarantees. In the end, it is claimed that the more one examines the underlying architecture of the deal, the harder it becomes to overlook the extent of the strategic concessions involved.

Zusammenfassung

Das im Juli 2025 unterzeichnete Handelsabkommen zwischen der EU und den USA offenbart, wie zunehmend argumentiert wird, eine strukturelle Asymmetrie in den transatlantischen Wirtschaftsbeziehungen. Während die Vereinigten Staaten sektorale Vorteile, insbesondere präferenziellen Marktzugang und tarifären Schutz, durchsetzen konnten, übernimmt die Europäische Union überproportionale Verpflichtungen im Bereich der Energieimporte und Industriepolitik, die, so wird argumentiert, ihre fiskalischen Kapazitäten und institutionellen Strukturen überfordern. Obwohl das Abkommen als diplomatischer Durchbruch präsentiert wird, zeigt sich bei näherer Betrachtung, dass es faktisch als Nullsummenspiel funktioniert: Die Gewinne der USA gehen mit Verlusten für zentrale europäische Exportindustrien einher. Innerhalb der EU ist offensichtlich, dass die politischen Reaktionen zwischen vorsichtiger Zustimmung und offener Ablehnung schwanken, ein Hinweis auf eine wachsende Unzufriedenheit sowohl mit den materiellen Inhalten als auch dem intransparenten Aushandlungsprozess. Es wird weiter argumentiert, dass die Entscheidung der Europäischen Kommission, etablierte institutionelle Verfahren zu umgehen, bestehende Bedenken hinsichtlich demokratischer Legitimität und kollektiver Handlungsfähigkeit erheblich verschärft hat. Auch wenn das Abkommen möglicherweise vorübergehend einen tiefergehenden transatlantischen Bruch verhindert hat, verdeutlicht es doch, so lässt sich feststellen, die reaktive Grundhaltung der EU, ihre innere Fragmentierung

und ihre fortbestehende Abhängigkeit von externen Sicherheitsgarantien. Am Ende wird behauptet, je mehr man die zugrundeliegende Architektur des Abkommens untersucht, desto schwieriger wird es, das Ausmaß der damit verbundenen strategischen Zugeständnisse zu übersehen.

Keywords/ Schlüsselwörter

EU-US trade agreements, strategic autonomy, transatlantic relations, deindustrialisation, EU security dependency, symmetrical dependency, geopolitical realignment.

EU-US Handelsabkommen, strategische Autonomie, transatlantische Beziehungen, Deindustrialisierung, EU-Sicherheitsabhängigkeit, symmetrische Abhängigkeit, geopolitische Neuausrichtung.

Contextualising the 2025 EU-US Trade Agreement

The recently announced trade agreement between the European Union (EU) and the United States (US), negotiated and agreed upon by European Commission President Ursula von der Leyen and US President Donald Trump, offers curious insights into the current distribution of influence across the Atlantic. While some have recognised the accord as a diplomatic achievement - a pragmatic compromise that prevents conflict and encourages transatlantic solidarity - beneath this surface lies a deeper reality. Specifically, the agreement indicates an escalating imbalance in EU-US relations, with Europe ceding considerable ground to US demands (Leonard 2022; Wright/Kahl 2020). Leonard (2022) underscores how such agreements mirror an uneven power dynamic, where connectivity and interdependence frequently result in conflict rather than harmony. Similarly, Wright/Kahl (2020) document the evolving international order and the decline of Western unity, foreshadowing such asymmetries.

This agreement exemplifies what many scholars and policy analysts refer to as a transition from strategic partnership to strategic dependency (Fiott 2021; Chhaya 2025). The former argues that true strategic autonomy requires EU capacity in defence and external policy independent of Washington, but this deal suggests Europe is backsliding (Seaman/Julienne 2025). Chhaya (2025) also highlights how EU strategic autonomy efforts face internal and external challenges, particularly from US dominance.

As Kundnani (2024) points out, rather than safeguarding its own long-term interests, the European Union appears to have yielded to immediate pressures, particularly the apprehension of trade conflict with a potentially adversarial second Trump administration. He stresses that European policymakers often prioritise short-term stability over long-term sovereignty to avoid antagonising powerful partners. The concessions granted by the EU are considerable. Under the terms of the new agreement, US enterprises are afforded preferential access to the European market, notably within politically sensitive sectors such as liquefied natural gas (LNG) and defence procurement (Hira 2025). Thus, it could be argued that the geopolitics of energy shows how access to LNG is a critical strategic resource. Besch (2025) details tensions in defence procurement, revealing that US firms' access undermines European industrial sovereignty. Reports confirm this is set to boost US exports of energy and defence products to Europe, raising alarm among industry associations concerned about the consequences of US tariffs and the erosion of domestic capacity.

These sectors are not only economically significant; they also constitute core elements of energy security and industrial policy. For the EU member countries, which are already facing rising energy costs (Pisani-Ferry et al. 2024) and indications of deindustrialisation in key

regions such as the Eastern parts of Germany, northern Italy, and parts of France, these concessions entail a substantial cost. Pisani-Ferry et al. (2022) discuss how deindustrialisation trends pose serious challenges to Europe's economic future, exacerbated by dependency on external suppliers. Financial commentators have described the deal as detrimental to Germany's industrial heartland and warn of long-term economic damage (Reuters 2025).

The crux of the matter is that the deal is increasingly concerning in the way it was negotiated. Rather than pursuing a transparent process involving all EU member states via the European Council or seeking parliamentary oversight, von der Leyen's Commission conducted the process predominantly through behind-the-scenes negotiations and executive diplomacy. This sidelining of EU institutions undermines the fundamental principle of collective decision-making that should govern the EU's external policy. Several governments, including France and Austria, have openly criticised the agreement, not only because they perceive it as advantageous to US commercial interests but also due to concerns regarding its political imbalance and procedural legitimacy (Rekowski 2023). Public discourse has widely portrayed the deal as a submission to US pressure and a dark day for Europe's sovereignty (Rose/Kar-Gupta 2025).

To understand the rationale behind the EU's acceptance of such terms, it is essential to consider variables beyond mere economic factors and to examine the broader security context. European countries remain heavily reliant on the United States for military and financial support to Ukraine amid ongoing Russian Special Military Operations or the Russo-Ukraine War (Major/Mölling 2022; Pifer 2025). The former underscores Europe's precarious security situation under a potentially hostile US administration, while the latter explores the balance between dependence and autonomy in transatlantic security post-Ukraine conflict (cf. also Puka 2024). With the return of Donald Trump to the US presidency, an individual who has repeatedly expressed overt hostility towards NATO and has threatened reductions in US commitments (Schwartz 2018), the EU may be motivated by strategic considerations. Schwartz documents how Trump's scepticism toward NATO contributed to European anxiety about security guarantees.

By extending economic concessions at this juncture, the EU leadership might aim to ensure goodwill within the US and to ensure continued transatlantic support for Ukraine. From the perspective of classical realist international relations theory, such a compromise may be regarded as rational. It means sacrificing certain economic interests to preserve vital security alliances (Mearsheimer 2019). Mearsheimer argues that states prioritise survival and power, sometimes at the expense of economic benefits, when faced with uncertain security environments.

However, this reasoning encompasses potential long-term risks. By making overly rapid concessions, the EU inadvertently reinforces the perception of lacking strategic autonomy (Helwig 2023) and being unable to act independently of the US. Arguably, this is equally applicable to matters vital to its economic future. This perception is significant not only within the EU but also on a global scale. Be that as it may, to emerging powers such as China, India, and Brazil, and other BRICS member countries as well as to adversaries like Russia, the perceived weakness of the EU suggests that it is not a fully sovereign geopolitical entity (Peters 2022; Haass 2020). Noteworthy is that Peters (2022) details how the rise of multipolarity challenges Western dominance, while Haass (2020) explains how diminished Western cohesion impacts global order and invites rival powers to test limits.

Instead of projecting strength and unity, the EU appears to be divided and reactive. To be sure, the EU-US agreement transcends a mere trade accord. It marks an important political juncture that exposes significant structural challenges within the EU, caused by internal dissent, vulnerability to external influences, and a lack of strategic consistency

(Emmanouilidis/Zuleeg 2025). Emmanouilidis and Zuleeg analyse the internal political fragmentation that weakens the EU's external policies.

Should the EU aim to establish itself as more than a subordinate partner to the US in international affairs, it must avoid adopting tactical compromises in response to crises that compromise its long-term credibility. In other words, attaining strategic autonomy requires more than rhetoric. It demands the determination to decline engagements when needed and uphold the institutional resilience to maintain such a position with unanimity (Fiott 2021).

Notwithstanding the preceding discussion, it can be contended that the greater threat confronting the EU does not emanate from any particular policy decision, but instead from its gradual and consistent decline into a state of geopolitical insignificance, as the recent EU-US trade agreement has shown. Should current EU policy trajectories continue, the EU may find itself increasingly marginalised, with its economic strength diminished, its political cohesion under pressure, and its global presence reduced (Briançon 2025).

However, a cautionary note is in place here. Such a decline of influence will not present itself as a sudden collapse or a definitive turning point. More likely, it will occur subtly through compromises masked as pragmatism and alliances justified as expressions of solidarity. In the event of capitulation, it will not be explicitly declared (Dedovic 2025). Most likely, it will be implicitly assumed. Ultimately, the political trajectory adopted by the EU's trade negotiations with the US denotes a significant retreat from bona fide strategic independence, hidden behind rhetoric of unity and justified by asymmetrical affiliations with dominant powers (Kolbe 2025).

Unpacking the Strategic Realignment: Capitulation and Asymmetric Concessions

Against the above background, there is a need to scrutinise whether the agreement truly represents mutual benefit or reflects an imbalance masked by political rhetoric. That is, Trump announced that the EU has reached a far-reaching trade agreement with the US, which Trump described as a generational realignment of transatlantic economic ties. The agreement lowers EU tariffs on imports from the US, while the US introduces a 15 per cent tariff on selected European imports, including motor vehicles, pharmaceuticals, and semiconductors (White House 2025; Grey/Shalal 2025). There is, however, one important point to remember, namely that there are some key exceptions for tariffs. The overall effective tariff rate imposed by the US on imports from the EU will, in reality, be reduced below 15 per cent. All these factors may be perceived as measures designed to rebalance trade and incentivise US domestic production. In return, the EU has agreed to remove significant tariffs on all US industrial goods to the EU, some to zero (White House 2025).

From the above vantage point, the EU-US trade agreement reached in July 2025 can be classified as a zero-sum game. The reason is that the EU's tariff cuts on imports from the US directly advantage the US. In contrast, the tariffs imposed by the US on imports from the EU directly disadvantage the EU, particularly in the latter's strategically important export-oriented industries. Even though, as stated above, the actual US tariffs are lower than the framework of 15 per cent, the differences affect the sectoral impact and reciprocal concessions, confirming the zero-sum game characteristics of the agreement.

Turning to the agreement as a framework, according to the White House (2025), the key components of the agreement include a USD 750 billion EU commitment to purchase US energy by 2028 and USD 600 billion in new European investments in the US industry. The agreement also pledges regulatory easing for US exporters, removal of non-tariff barriers for agriculture, and cooperation on digital trade, particularly a joint rejection of network usage fees and digital tariffs.

While welcomed by ‘America first’ supporters as a forthright reassertion of US trade power, the agreement raises questions about long-term implementation and the EU’s internal cohesion, including a clear focus on an increased strategic, reciprocal, and security-conscious transatlantic trade framework. Thus, the centre of debate must certainly focus on long-term implementation and the EU’s internal cohesion. This brings into consideration the perceived vs. real power of Ursula von der Leyen and the EU executive.

Taking a step back, it is worthwhile to recollect that one of the key objectives of the EU, as an economic bloc, is to exercise bargaining power on behalf of its member states, or in other words, to negotiate more advantageous trade agreements. Furthermore, the strategy was to provide symmetry as equal partners in its relationship with the US. The EU and the US did see each other as critical political cornerstones of the collective West. In effect, these perceptions have been at best ambitions, rather than realities of the latter. Thus, unsurprisingly, the argument in the European mainstream media is that Ursula von der Leyen has, on behalf of the EU, capitulated (Taylor 2025). The US got everything it demanded, whilst the EU either lost or handed over its economic future to the US.

To further unpack the strategic realignment and its asymmetric concession, it is important to recall that it was not the EU member states that negotiated with the US. It was only one person, namely Ursula von der Leyen, the head of the European Commission. From a political vantage point, it could be argued that she is focusing on fighting a new ‘Cold War’ against Russia. At the same time, Maroš Šefčovič, the EU Commissioner for Trade and Economic Security, explained that the EU-US agreement reached in July 2025 is, in the first instance, not about trade, but about geopolitical instability (Mollar-Nielsen 2025). In other words, as Jakupec (2024) suggests, from the EU’s point of view, it is about uniting the US and Europe into the new ‘Cold War’ against Russia, for economic advantages under the umbrella of Ukrainianization of Europe.

Turning to the EU-US trade agreement, Hudson (2025) terms it a ‘capitulation’ while De Vos (2025) calls it a ‘humiliation’ of the EU. Essentially, it involves the EU becoming a vassal state to the US (Dedovic 2025). He continues explaining that the European Commission became a body which can at best be described as a branch of NATO. Thus, he concludes that the July 2025 trade agreement between the EU and the US is a quasi-NATO agreement rather than an agreement between all EU member states and the US. This creates potential problems with the implementation of the aforesaid EU-US trade agreement. However, it is unknown whether any EU member countries will oppose the agreement or will try to negotiate directly with the US. Be this as it may, the unanswered question is why Ursula von der Leyen unconditionally surrendered to Trump’s demands. If the argument of the EU being a quasi-NATO organisation stands to reason, one potential answer is that the EU believes that by accepting the US demands, it will gain greater defence security and protection from the USA. Arguably, the rhetoric of von der Leyen, Merz and Macron, among others, points to a trajectory of fighting in the foreseeable future a war against Russia (Burgess 2025).

Any analysis of the EU’s agreement to purchase USD 750 billions of energy from the US and invest USD 600 billion into US industry by 2028 shows that this may be difficult to achieve, for it is at best unrealistically ambitious. Even a most cursory analysis shows that there are a number of critical barriers militating against the agreement, including but not limited to limitation of scope, political difficulties for implementation and strategic outcomes.

To explain: Firstly, the EU is not a single unified actor. This means that there are structural asymmetries between the US and the EU. In comparison to the US, which can negotiate and implement trade agreements as a federal entity, the EU is subject to the will of its sovereign member states with their diverse energy, industrial and political orientations. Thus, there is a

risk that the national divide may reject, opt out of and minimise joint procurement or industrial strategies. Countries, such as Hungary and Slovakia, to name but a few, may object to the EU prioritising, for example, the US's and petroleum over Russian alternatives. This may be especially the case since the US LNG is significantly more expensive on the open market. This highlights the problems arising from structural asymmetry between the EU and the US.

Secondly, there are legal and budgetary constraints in the EU which may affect the agreement (Issam 2022). It is important to recall that the EU treaties restrict centralised industrial policy, and especially direct investment in non-member countries. Considering the magnitude of the EU's commitments, such as the USD 600 billion investment in the US industry, will require the EU to formulate complex legal mechanisms, which most likely will exceed the EU's existing budgetary framework. The idea is that most of the funds must come from private enterprise, and not the EU or its individual member countries. Here, the EU is envisaging incentivising private industry to invest in the US, most likely as a form of Foreign Direct Investment (FDI).

Thirdly, there is, as indicated above, a lack of a clear implementation path. If one considers the total amount of USD 1.35 trillion investment by European industry and the energy import, it could be argued that, by historic comparison, the amounts are inflated. These are, at best, expressions of intent rather than set in stone. To explain, the total EU 2024 annual budget was approximately €189 billion (European Council 2023) and total FDI from the EU into the US over a decade was approximately USD 2.4 trillion (Eurostat 2023), which averages as approximately USD 270 billion annually. This raises the question of how the USD 600 billion in industrial investment will be generated and tracked, allocated, or incentivised across EU firms, especially as there is no centralised EU investment mandate for third countries of this scale.

Finally, turning to the above figures and to conclude by interpreting the agreement in a context of USD 600 billion in industrial investment and the EU's agreed purchase of USD 750 billion in energy from the US, it may be worth noting that the EU's 2024 budget of approximately €189 billion (European Council 2023) is a fraction of the approximately €1.2 to 1.35 trillion combined energy purchasing and investment agreement. Lacking a coherent explanation from the EU points to a structurally unfounded and fiscally delusional reality. Furthermore, the annual EU's FDI allocated to the USA is currently approximately USD 150–200 billion. This would need to increase three to four times year after year, to reach a realistic USD 600 billion incremental pledge by 2028. Arguably, this is an unlikely increase without the EU's centralised policy tools or fiscal incentives. However, as it stands, EU institutions do not have any legal authority and corresponding financial instruments and provisions to authorise or support such investments in a developed economy unless it is a part of the EU-targeted external aid or investment framework.

Winners, Losers, and Reluctant Endorsements: Europe's Uneasy Embrace of the Trade Deal

Among the EU member states, the EU-US trade agreement has been generally received with resignation rather than relief. For example, German Chancellor Friedrich Merz acknowledged the agreement's role in preventing a more severe transatlantic division. However, he also recognised the obvious, namely that Germany's automotive manufacturers, arguably the backbone of its export sector, are likely to face substantial losses due to the new US tariffs. Merz's initial endorsement of the agreement appears to be motivated more by a desire to maintain diplomatic decorum than by expectations of tangible benefits for or protection of German economic interests (Morgan/Li 2025).

Not dissimilar, the Spanish Prime Minister, Pedro Sánchez, expressed his support for the agreement, albeit with limited enthusiasm, reflecting a response that aligns with the prevailing perspective within the European Union hierarchy and beyond (ENR Newsletter 2025). Ireland's Micheál Martin acknowledged the absence of punitive tariffs but cautioned that, nevertheless, the deal makes trade increasingly expensive and more challenging (Aodha 2025).

Conversely, France's François Bayrou rejected diplomatic restraint entirely, describing it as 'a dark day' for Europe's strategic autonomy (Leali 2025). Bayrou expressed strong disapproval of the agreement, echoing a surge of criticism from all political parties in the French political landscape. Many of these called on the EU to push back more forcefully, even suggesting that the threat of retaliation should be used to secure more favourable terms. Bayrou (cited in Leali 2025: n.p.) stated: 'It's a grim moment when a union of free nations—bound by shared values and common purpose—chooses capitulation over standing its ground'.

Italian Prime Minister Giorgia Meloni struck a measured tone in response to the newly unveiled EU-US trade agreement, calling it 'positive' but making clear that she would need to examine the fine print before offering any firm conclusions. She commented that while the deal is being presented as a breakthrough in easing tensions between the EU and the US, its centrepiece, a 15 per cent tariff on most EU goods entering the American market, will undoubtedly be questioned in Europe's major exporting economies. Meloni expressed the view that Italy enjoys a significant trade surplus with the United States, more than €40 billion per annum, and that her government, which prioritises national economic interests, has consistently pushed back against the risk of a full-blown trade war. Her comments hinted at both cautious relief that a deal was struck and unease about what Italy might be conceding in the process (EconoTimes 2025).

The underlying dissatisfaction with the agreement and Ursula von der Leyen, as reported in the European mainstream media, is that the European Union finds itself in a less advantageous position than before the agreement. Key industrial sectors such as Germany's automotive industry, Ireland's pharmaceutical industry, and other export-driven industries are anticipated to encounter significant challenges. It is notable that, effectively, national leaders within the EU have predominantly delegated responsibility to the European Commission, expressing grievances to varying extents from the periphery, thereby allowing the EU to bear the blame and bear the consequences. Thus, it is becoming increasingly evident that even the economic outlook for the EU and its member countries is becoming increasingly bleak, especially since the fine print remains unwritten. Be that as it may, the tariffs, though better than initially feared by various EU member states' governments, are still substantial, and thus the uncertainty about the details of the agreement remains.

Concerning the weak, if not losing, negotiating position displayed by European Commission President Ursula von der Leyen, it is essential to acknowledge that political considerations may pose considerable economic and political risks. EU member states may question her judgment in defending EU interests. Furthermore, and notwithstanding that the EU-US agreement has temporarily delayed a crisis, it has not offered a definitive resolution. Despite differing viewpoints, substantial evidence suggests that the European Union has relinquished significantly more than it has gained. Thus, it is only a question of time before the EU's exporters and electorate begin to recognise the negative economic impact of the EU-US 2025 trade agreement.

Conclusion

Much of the economic discourse in the EU suggests the general perception that the US–EU trade agreement is akin to a capitulation by, if not humiliation of, the EU (Taylor 2025; Dedovic 2025). This may lead, so the argument goes, to an undermining of the EU cohesion. Looking at the agreement, the general conclusion is that the tariffs of 15 per cent are high, yet much lower than the initially set US level of 50 per cent, which was Trump's opening negotiating position. Ursula van der Leyen had few, if any, negotiating strengths. In short, she entered the negotiations from a position of weakness, likely due to a fear that Trump might terminate the negotiations. Had this been the case, it could be argued that the talks would have led to a tariff war (McHugh et al. 2025). This, in turn, could have led to millions of job losses across the EU. Subsequently, and in all fairness, Ursula van der Leyen was under much pressure to give in to Trump's demands, who has on many previous occasions expressed disdain for the EU (Vinocur/Gijs 2025). At the end, von der Leyen brought back to the EU an agreement with the US, which is economically not too terrible. However, thus far, it lacks strategies.

Tariffs are only one side of the agreement. The other side is the promise of EU investments in and purchase of energy from the USA. In other words, the situation surrounding the EU's pledge comprising USD 750 billion in US energy purchases and USD 600 billion in industrial investment over the next three years is at best unrealistic and at worst delusional. To put it simply, neither promise is supported by the EU's institutional capacity, historical precedent or legal authority. The magnitude of the undertaking significantly surpasses what the EU can achieve, or finance and demand from the member states under the existing governance structure. Unless the EU proceeds with a change to its fiscal and industrial policies, including binding implementation mechanisms, the EU–US trade agreement may be at best understood as an appeasement or as a metaphoric expression of the EU's strategic alignments with the US, rather than an agreement that is authentic and actionable. As it stands, the EU–US trade agreement has all the hallmarks of performative policymaking, which is disconnected from all quantifiable and operational reality.

Given that the implementation details of the EU–US trade agreement are as yet to be formulated and enacted, there are at least two important open questions to consider. Firstly, there is the question of to what extent the EU will be able to fulfil the agreed commitments, and secondly, it is not clear how far the Trump administration will honour the agreement. In both cases, there is a danger that when the implementation details are being worked out, the EU may find it difficult, if not impossible, to adhere to all US demands. This may cause the US to, at best, re-negotiate or, at worst, withdraw from the agreement.

References

- Aodha, Grinne N. (2025): "Nobody is welcoming tariffs 'with open arms,' says Irish premier". *The Standard*. <https://www.standard.co.uk/news/politics/micheal-martin-donald-trump-europe-president-dublin-b1240377.html> (30. 7. 2025).
- Besch, Sophia (2025): "EU defence industrial policy in a new era: Taking stock and looking ahead". Heinrich-Böll-Stiftung European Union.
<https://us.boell.org/sites/default/files/importedFiles/2025/03/10/hbs-eu-defence-industrial-policy-sophia-besch-final.pdf> (1. 8. 2025).
- Briançon, Pierre (2025): "EU's lopsided Trump trade deal will be short-lived". *Reuters*.
<https://www.reuters.com/authors/pierre-briancon/> (2. 8. 2025).

- Burgess, Annika (2025): “Europe is preparing for possible war with Russia, without the US”. *ABC News*. <https://www.abc.net.au/news/2025-04-04/how-europe-nato-countries-are-preparing-for-war-with-russia/105116526> (5. 7. 2025).
- Chhaya, Srishti (2025): “Europe’s Strategic Autonomy: Charting the Path Forward in an Era of U.S. Retrenchment”. *Atlas Institute for International Affairs*. https://atlasinstitute.org/europes-strategic-autonomy-charting-the-path-forward-in-an-era-of-u-s-retrenchment/?utm_source=chatgpt.com (30. 5. 2025).
- De Vos, Marc. (2025): “Europe’s summer of humiliation”. *Financial Times*. https://www.ft.com/content/698517e6-9955-4ae9-9a9fb91202157571?utm_source=chatgpt.com (1. 8. 2025).
- Dedovic, Sead (2025): Europe’s economic surrender: how the EU capitulated to Trump’s tariffs. *Financial World*. <https://www.financial-world.org/news/news/financial/28597/europes-economic-surrender-how-the-eu-capitulated-to-trumps-tariffs/> (5. 8. 2025).
- EconoTimes, (2025, July 28): “Italy’s Meloni Welcomes EU-US Trade Deal but Awaits Full Details”. *EconoTimes*. <https://www.econotimes.com/Italys-Meloni-Welcomes-EU-US-Trade-Deal-but-Awaits-Full-Details-1717234> (15. 7. 2025).
- Emmanouilidis, Janis A./Zuleeg, Fabian. (2025): “Europe’s next watershed – how liberal Europe should react to Trump 2.0. Discussion Paper”. *European Policy Centre, Brussels*. [https://www.emmanouilidis.eu/download/Emmanouilidis:Zuleeg_Europe_s_Next_Watershed_\(1-2025\).pdf](https://www.emmanouilidis.eu/download/Emmanouilidis:Zuleeg_Europe_s_Next_Watershed_(1-2025).pdf) (30. 7. 2025).
- ENR Newsletter (2025): “Sánchez backs the trade agreement between the EU and the US on tariffs “without any enthusiasm.” *ENR Newsletter* <https://europeanewsroom.com/sanchez-backs-the-trade-agreement-between-the-eu-and-the-us-on-tariffs-without-any-enthusiasm-2/> (6. 8. 2025).
- European Council (2023, November 11): “EU budget for 2024: Council and Parliament reach agreement”. *EC Press Release*. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/11/11/eu-budget-for-2024-council-and-parliament-reach-agreement/> (16. 4. 2025).
- Eurostat (2023, December 3): “EU stocks outside EU amounted €9 160 billion in 2023”. *Eurostat News Article*. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20241203-1?utm_source=chatgpt.com (5. 5. 2025).
- Fiott, Daniel (2021): “Strategic Autonomy: Towards European Sovereignty in Defence?” *European Union Institute for Security Studies* (https://www.iss.europa.eu/sites/default/files/EUISSFiles/Brief%202012__Strategic%20Autonomy.pdf (18. 6. 2025).
- Gray, Andrew/Shalal, Andrea. (2025): “US and EU avert trade war with 15% tariff deal”. *Reuters*. https://www.reuters.com/business/us-eu-avert-trade-war-with-15-tariff-deal-2025-07-28/?utm_source=chatgpt.com (29. 7. 2025).
- Haass, Richard. (2020): *The World: A Brief Introduction*. Penguin Press.
- Helwig, Niklas (2023, August 17): “EU Strategic Autonomy after the Russian Invasion of Ukraine: Europe’s Capacity to Act in Times of War”. *JCMS 2023 Vol. 61. (n.p.) Annual Review*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jcms.13527> (20. 5. 2025).
- Hira, Andy (2025): “The geopolitics of the green transition and critical strategic minerals”. *International Journal*, Vol. 80(2) 217–245.
- Hudson, Michael (2025): “EU Capitulation to the US & Geoeconomic Suicide”. Glen Diesen’s Substack (YouTube) https://glenndiesen.substack.com/p/michael-hudson-eu-capitulation-to?utm_source=post-email

- title&publication_id=2670149&post_id=169759718&utm_campaign=email-post-title&isFreemail=true&r=48zmk9&triedRedirect=true&utm_medium=email (2. 8. 2025).
- Issam, Hallak (2022): “EU international investment policy: Looking ahead”. *European Parliament. European Parliamentary Research Service, Brussels.* https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/729276/EPRS_BRI%282022%29729276_EN.pdf?utm_source=chatgpt.com (16. 8. 2025).
- Jakupec, Viktor. (2024): *Dynamics of the Ukraine War: Diplomatic Challenges and Geopolitical Uncertainties*. Series: Contributions to International Relations. Cham: Springer.
- Kolbe, Thomas (2025): “EU und USA: Was sieht das Handelsabkommen im Einzelnen vor?” *Tichys Einblick*. https://www.tichyseinblick.de/wirtschaft/eu-und-usa-handelsabkommen-im-detail/#google_vignette (5. 8. 2025).
- Kundnani, Hans. (2024): “A powerful Europe doesn’t have to be a great civilisation.” *Voxeurop*. <https://voxeurop.eu/en/hans-kundnani-europe-civilisation-eurowhiteness/> (6. 7. 2025).
- Leali, Georgio (2025, July 28): “French PM slams EU-US trade deal as ‘submission’ to Trump”. *Politico*. <https://www.politico.eu/article/french-pm-francois-bayrou-castigates-eu-us-trade-deal-act-of-submission/> (29. 7. 2025).
- Leonard, Mark. (2022): *The Age of Unpeace: How Connectivity Causes Conflict*. London: Bantam Press.
- Major, Claudia/Mölling, Christian. (2022): “Hurra, eine Strategie!” *Weltspiegel*. https://internationalepolitik.de/system/files/article_pdfs/ip_02-2022_major-moelling_ob.pdf (21. 5. 2025).
- McHugh, David/McNeil, Sam/Petrequin, Samuel (2025, July 25): “How the US-EU trade deal wards off escalation but will raise prices and slow growth”. *AP News* <https://apnews.com/article/eu-tariffs-united-states-15-prices-growth-31e52a6dda17f3b5d70475e1cd0002ca> (28. 7. 2025).
- Mearsheimer, John. J. (2019): *The Great Delusion: Liberal Dreams and International Realities*. Yale University Press.
- Mollar-Nielsen, Thomas (2025): “Brussels says US trade deal is also ‘about Ukraine.’” *Euractive*. <https://www.euractiv.com/section/economy-jobs/news/brussels-says-us-trade-deal-is-also-about-ukraine/> (30. 7. 2025).
- Morgan, Thomas/Li, Viying (2025, July 29): “Why are so many European leaders unhappy with Donald Trump’s EU-US trade deal?” *BBC News*. <https://www.abc.net.au/news/2025-07-29/why-some-european-leaders-are-unhappy-about-eu-us-deal/105583704> (1. 8. 2025).
- Peters, Michael A. (2022): “The emerging multipolar world order: A preliminary analysis”. *Educational Philosophy and Theory*, 55(14), 1653–1663. <https://doi.org/10.1080/00131857.2022.2151896> (23. 6. 2025).
- Pifer, Steven. (2025): “Trump’s impotent words on the Ukraine War”. *The Hill*. <https://thehill.com/opinion/5282377-trump-russia-ukraine-conflict/> (30. 5. 2025).
- Pisani-Ferry, Jean/Weder di Mario Beatrice/Zettelmeyer, Jeromin (2024, May 7): “How to de-risk: European economic security in a world of interdependence”. *Policy Brief 07/2024, Bruegel*. <https://www.bruegel.org/policy-brief/how-de-risk-european-economic-security-world-interdependence> (1. 7. 2025).
- Puka, Arlin. (2024): “EU Strategic Autonomy and Defense Capabilities After the Russian Invasion in Ukraine”. Lika, L., Riga, D. (eds) *EU Geopolitical Actorness in a Changing World*. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-81160-9_13.

- Rekowski, Michal (2023): "Conceptualizing European Strategic Autonomy". *Rocznik Integracji Europejskiej*.
<https://presssto.amu.edu.pl/index.php/rie/article/view/42718/35683> (18. 7. 2025).
- Reuters. (2025, July 30): "EU trade deal will take a toll on German economy, minister says". *Reuters*. https://www.reuters.com/markets/europe/eu-trade-deal-will-take-toll-german-economy-minister-says-2025-07-30/?utm_source=chatgpt.com (2. 8. 2025).
- Rose, Michael/Kar-Gupta, Sudip. (2025): "French PM says EU-US trade deal an act of 'submission' and a dark day for Europe". *Reuters*.
https://www.reuters.com/business/retail-consumer/french-pm-says-eu-us-trade-deal-an-act-submission-dark-day-europe-2025-07-28/?utm_source=chatgpt.com (29. 7. 2025).
- Schwartz, Madeleine (2018): "The end of Atlanticism: Has Trump killed the ideology that won the Cold War?" *The Guardian*.
<https://www.theguardian.com/news/2018/sep/04/atlanticism-trump-ideology-cold-war-foreign-policy> (4. 7. 2025).
- Seaman, John/Julienne, Mark (2025): "Quest for Strategic Autonomy? Europe Grapples with the U.S.–China Rivalry". *IFRI*. https://www.ifri.org/en/external-book-chapters/external-publications/quest-strategic-autonomy-europe-grapples-us-china?utm_source=chatgpt.com (28. 6. 2025).
- Taylor, Paul. (2025, July 27): "The EU has capitulated to Trump. But even this doesn't buy an end to the transatlantic trade war". *The Guardian*. <https://qoshe.com/the-guardian/paul-taylor/the-eu-has-capitulated-to-trump-but-even-this-doesn-t-buy-an-end-to-the-transatlantic-trade-war/184151371>.
- Vinocur, Nicholas/Gijs, Camille (2025): "Trump wants to destroy the EU — and rebuild it in his image". *Politico*. <https://www.politico.eu/article/donald-trump-destroy-european-union-brussels/> (5. 5. 2025).
- White House. (2025, July 27): *Fact Sheet: The United States and European Union Reach Massive Trade Deal*. The White House. https://www.whitehouse.gov/fact-sheets/2025/07/fact-sheet-the-united-states-and-european-union-reach-massive-trade-deal/?utm_source=chatgpt.com (3. 8. 2025).
- Wright, Thomas/Kahl, Colin. (2020): *Aftershocks: Pandemic Politics and the End of the Old International Order*. Brookings Institution Press.

E-Mail-Address of the Author: viktorjakupec@gmail.com



Die Geschichte der englischen historischen Linguistik in Deutschland und den deutschsprachigen Nachbarländern

Ilse Wischer (MLS, Potsdam)

Veröffentlicht: 30. November 2025

Abstract

English historical linguistics (EHL) has a long tradition in Germany and the German-speaking cultural area. This essay first outlines the beginnings of this academic discipline in Germany and neighbouring German-speaking countries in the late 19th and early 20th centuries, and then presents detailed information about important scholars at various universities and their work in English philology and medieval studies. It shows how historical-comparative linguists (Indo-Europeanists) and the Neogrammarians, an association of linguists in Leipzig (ca. 1880-1920), contributed significantly to the flourishing of EHL within the framework of newly established chairs in the modern philologies (English, Romance, German). The essay also deals with the influence of structuralism and generative grammar on EHL in Germany in the 20th century. After a brief digression into the period of divided Germany, with a special focus on the role that EHL played at East and West German universities at that time, the essay concludes by presenting the current developments in this discipline at the former strongholds of EHL. In recent decades, there has been a growing trend towards applied linguistic sub-disciplines and a steady decline in research into specific historical linguistic topics and areas. As a result, (English) Historical Linguistics is now largely marginalised as a university discipline and its continued existence is under serious threat.

Resümee

Die englische historische Linguistik (EHL) kann in Deutschland und im deutschsprachigen Kulturraum auf eine lange Tradition zurückblicken. Dieser Aufsatz skizziert zunächst den Beginn dieser Universitätsdisziplin in Deutschland und den deutschsprachigen Nachbarländern im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert und präsentiert danach detaillierte Informationen über wichtige Wissenschaftler an verschiedenen Universitäten und ihre Arbeiten in der englischen Philologie und Mediävistik. Es wird gezeigt, wie historische-vergleichende Sprachwissenschaftler (Indogermanisten) und die Junggrammatiker, eine Vereinigung von Linguisten in Leipzig (ca. 1880–1920), maßgeblich zum Aufblühen der EHL im Rahmen neu etablierter Lehrstühle in den neueren Philologien (Anglistik, Romanistik, Germanistik) beitrugen. Der Aufsatz befasst sich ferner mit dem Einfluss des Strukturalismus und der generativen Grammatik im 20. Jahrhundert auf die EHL in Deutschland. Nach einem kleinen Exkurs in die Zeit des geteilten Deutschlands unter besonderer Betrachtung der Rolle, die die EHL an ost- und westdeutschen Hochschulen damals spielte, werden abschließend die heutigen Entwicklungen dieser Fachdisziplin an den damaligen Hochburgen der EHL dargestellt. Hier zeichnet sich in den letzten Jahrzehnten ein zunehmender Trend zu angewandten linguistischen Teildisziplinen und ein stetiger Rückgang der Erforschung spezifisch sprachgeschichtlicher Themen und Bereiche ab. Damit ist die (englische) historische Linguistik heute als Universitätsdisziplin weitgehend marginalisiert und in ihrer weiteren Existenz hochgradig bedroht.

Keywords/Schlüsselwörter

Englische Historische Sprachwissenschaft/Linguistik; Englische Philologie; Englische Mediävistik; Historisch-Vergleichende Sprachwissenschaft; Junggrammatiker; Englische Historische Phonologie, Historische Grammatiken des Englischen; Altenglisch; Mittelenglisch

1 Einführung

Die englische historische Linguistik (EHL) blickt in Deutschland und im deutschsprachigen Kulturraum auf eine reiche Geschichte zurück. Vor allem im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert hatte sich eine Reihe von Universitäten wie Berlin, Bonn, Göttingen, Halle, Heidelberg, Jena, Kiel, Leipzig, München und Straßburg durch ihre qualitativ und quantitativ bemerkenswerte Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der EHL einen ausgezeichneten internationalen Ruf erworben. Viele der bedeutendsten Philologen dieser Zeit, wie Jacob Grimm (1785–1863), Bernhard ten Brink (1841–1892), Julius Zupitza (1844–1895), Hermann Paul (1846–1921), Eduard Sievers (1850–1932), Lorenz Morsbach (1850–1945), Max Kaluza (1856–1921), Friedrich Kluge (1856–1926), Ferdinand Holthausen (1860–1956), Karl Luick (1865–1935) oder Johannes Hoops (1865–1949) sind legendär geworden.

Die EHL in Deutschland wurde von zwei unterschiedlichen, aber konvergierenden Forschungsfeldern geprägt, die beide im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts an deutschen Universitäten florierten. Dies waren die Historisch-Vergleichende Sprachwissenschaft und die Englische Philologie, d.h. vor allem die Mediävistik und die Angelsachsenforschung. Als zu dieser Zeit die ersten Lehrstühle für Englische Philologie an deutschen Universitäten geschaffen wurden, lehrten die Professoren in der Regel mehrere altgermanische Sprachen, daneben verschiedene andere indoeuropäische Sprachen und deren Literaturen.

In Leipzig war es vor allem die Junggrammatische Schule, die zweifellos auch in den modernen Philologien eine außerordentliche Begeisterung auslöste. Angeregt durch neue Erkenntnisse über die Mechanismen des Lautwandels im Besonderen und des Sprachwandels im Allgemeinen sowie durch die zunehmende Verfügbarkeit von Texteditionen erlebte das frühe 20. Jahrhundert eine wahre Flut an phonologischen, morphologischen und syntaktischen Analysen alt- und mittelenglischer Texte.

Im Folgenden werde ich zunächst auf die Anfänge der EHL in Deutschland eingehen. Nachdem ich aufgezeigt habe, wie die Historisch-Vergleichende Sprachwissenschaft mit philologischen Studien zusammenwuchs, werde ich einen Überblick über einige der damals verfolgten Forschungsprojekte geben und deren Ergebnisse diskutieren. Dann wende ich mich der Vor- und Nachkriegszeit des 20. Jahrhunderts zu und betrachte die Rolle, die dieses Thema als Universitätsfach bis in die 1980er Jahre des letzten Jahrhunderts in Ost- und Westdeutschland spielte. Abschließend werfe ich einen Blick auf die Nachwendezeit und den gegenwärtigen Status der EHL an deutschen Universitäten. Während dieser Zeit hat sich auch ihre Ausrichtung geändert: was früher eine Unterdisziplin der Englischen Philologie – oder der Mediävistik – war, ist nun zu einem Gegenstand der Linguistik geworden, innerhalb derer sich verschiedene theoretische Schulen herausgebildet haben. Insgesamt betrachtet, setzte schließlich ein stetiger Niedergang der EHL und der englischen Mediävistik im Allgemeinen ein. Die wichtigsten Gründe für diesen Trend werden erörtert, wobei auch ein kurzer Blick auf mögliche zukünftige Entwicklungen geworfen wird.

2 Die Anfänge der *Englischen Historischen Linguistik* im deutschsprachigen Raum

Nachdem Sanskrit und seine Ähnlichkeiten mit den europäischen Sprachen im 18. Jahrhundert entdeckt worden war, wurde das 19. Jahrhundert als das Jahrhundert der

historisch-vergleichenden Sprachwissenschaft bekannt. Neben Sanskrit, Latein, Griechisch, Altslawisch und anderen alten europäischen Sprachen entwickelten die Gelehrten auch ein großes Interesse an den altgermanischen „Dialekten“. In dieser Zeit wurde Altenglisch – oder Angelsächsisch, wie es damals genannt wurde – ebenso wie Altsächsisch, Althochdeutsch oder Altfrisiaisch einfach als verschiedene germanische Dialekte und nicht als Sprachen betrachtet. Und so hatten sich die Gelehrten jener Zeit, wie Franz Bopp (1791–1867), Jacob Grimm, Wilhelm von Humboldt (1767–1835), oder August Schleicher (1821–1868), nicht auf eine oder zwei Sprachen spezialisiert, sondern waren echte historische Komparatisten.

In Berlin war Franz Bopp seit 1821 Professor der orientalischen Literatur und allgemeinen Sprachkunde. Er war ein typischer Vertreter dieses Ansatzes. Seine *Vergleichende Grammatik des Sanskrit, Send, Armenischen, Griechischen, Lateinischen, Litanischen, Altslawischen, Gothischen und Deutschen* (1833) ist ein hervorragendes Zeugnis der neuen indoeuropäischen Forschungsdimension und des vielseitigen Gelehrten jener Zeit. Jacob Grimm, der seit 1841 auch in Berlin Vorlesungen hielt, ist durch seine systematische Beschreibung der ersten germanischen Lautverschiebung berühmt geworden, die nach ihm „Grimms Gesetz“ genannt wurde. Die Tatsache, dass Wilhelm Viëtor (1910: 13, Fn. 2) ihn als „Gründungsvater der germanischen und damit auch der englischen Philologie“ bezeichnet, zeigt, wie tief die englische Philologie in der germanischen Philologie verwurzelt war. Ein weiterer herausragender Wissenschaftler in dieser Tradition war Johannes Schmidt (1843–1901). Er hatte seit 1876 einen Lehrstuhl für vergleichende Sprachwissenschaft in Berlin inne und ist durch die Einführung der „Wellentheorie“ in der historischen Sprachwissenschaft als Alternativmodell zum eher starren Stammbaum-Modell der Sprachentwicklung berühmt geworden. Schmidt gründete auch die „Berliner Schule“ der philologischen Indogermanistik in Opposition zur Junggrammatischen Schule in Leipzig.

Die Junggrammatiker waren eine Gruppe deutscher Linguisten im späten 19. Jahrhundert, die vorschlugen, dass Lautveränderungen in der Sprache systematisch und ausnahmslos sind. Die Gruppe fand sich Ende der 1870er Jahre in Leipzig um den Professor für Slawistik, August Leskien (1840–1916), zusammen. Zu dieser Schule gehörten auch Karl Brugmann (1849–1919), Professor für indogermanische Sprachwissenschaft in Leipzig; Hermann Osthoff (1847–1909), der sich 1875 in Leipzig habilitierte und dann zum Professor für vergleichende Sprachwissenschaft in Heidelberg ernannt wurde; Hermann Paul, der in Leipzig promoviert (1870) und habilitiert (1872) wurde und dann (1874) Professor für deutsche Sprache und Literatur in Freiburg und später in München wurde; Berthold Delbrück (1842–1922), Ordentlicher Professor für vergleichende Sprachwissenschaft und Sanskrit in Jena, und andere. Die Junggrammatiker forderten, dass die Sprachen auf der Grundlage eines Verständnisses dafür studiert werden sollten, wie die menschliche Sprache wirklich lebt und sich entwickelt, wobei zu berücksichtigen ist, dass die menschliche Sprache eine physische und eine mentale Seite hat. Daher sollten lebende Dialekte untersucht werden, um Prinzipien des Wandels festzustellen und sie auf vergangene Situationen anzuwenden, anstatt über hypothetische rekonstruierte Sprachen zu spekulieren. Ihre Maxime war, mit dem Bekannten zu beginnen und von dort aus zum Unbekannten vorzustoßen. Lautwandel wurde als mechanischer Prozess definiert, der nach Gesetzen abläuft, die keine Ausnahme zulassen. Tritt in einer Sprache ein Lautwandel auf, betrifft er alle Sprecher und alle Wörter mit demselben phonetischen Kontext gleichermaßen. Sie argumentierten, dass wenn Sprachwandel fakultativ oder willkürlich wäre, er nicht Gegenstand wissenschaftlicher Beschreibungen sein könnte. Damit wollten sie der Linguistik den Charakter einer exakten Naturwissenschaft verleihen. *Vermeintliche* Ausnahmen von postulierten Gesetzen könnten –

so die Junggrammatiker – (1) durch weitere, vielleicht noch nicht entdeckte Regeln,¹ (2) durch Analogie,² (3) durch Entlehnung³ erklärt werden. Das bedeutet, dass Lautwandel als physikalischer Prozess als regelmäßig angesehen wurde, obwohl er zu Unregelmäßigkeiten in der Sprache führen kann, und dass andererseits die Analogie, die psychologisch begründet ist, unregelmäßig ist, aber zu Regelmäßigkeiten in der Sprache führt.

Die Junggrammatiker waren ähnlich vielseitige Gelehrte wie die Vertreter der Berliner Schule. August Leskien, als Professor für Slawistik, untersuchte *Die Deklination Im Slavisch-Litauischen Und Germanischen* (1876). Berthold Delbrück schrieb eine *Vergleichende Syntax der indogermanischen Sprachen* (1893–1900). Hermann Osthoff führte zusammen mit Karl Brugmann *Morphologische Untersuchungen auf dem Gebiete der indogermanischen Sprachen* (1878) durch. Ein besonders wichtiger Vertreter der Junggrammatischen Schule im Hinblick auf seinen Einfluss auf die EHL war Eduard Sievers. Er studierte Klassische Philologie, Germanistik und Altenglisch in Leipzig und Berlin und wurde im Alter von 20 Jahren in Leipzig promoviert. Von 1892 bis 1922 arbeitete er dann als Professor für deutsche Philologie in Leipzig.

Das letzte Viertel des 19. Jahrhunderts war auch die Zeit, in der die ersten Lehrstühle für Englische Philologie in Deutschland eingerichtet wurden. Wenn vor den 1870er Jahren andere als die klassischen Sprachen an den Universitäten überhaupt eine Rolle spielten, gab es bestenfalls Dozenten, die mehrere westliche Sprachen und deren Literaturen unterrichteten. Die Englische Philologie als neue universitäre Disziplin war wie alle Sprachwissenschaften im 19. Jahrhundert eine historische Disziplin, d. h. englische Mediävistik, und die Professoren waren mit der mittelalterlichen Literatur ebenso vertraut wie mit der Sprache. Die ersten Lehrstühle für Englische Philologie an deutschsprachigen Universitäten sind im Folgenden in chronologischer Reihenfolge aufgeführt:

- 1872 Straßburg: *Bernhard ten Brink*
- 1873 Breslau: *Eugen K. Kölbing*
- 1875 Leipzig: *Richard Paul Wülcker*
- 1876 Berlin: *Julius Zupitza*
- 1876 Halle: *Karl Elze*
- 1880 Bonn: *Moritz Trautmann*
- 1884 Marburg: *Wilhelm Vietor*
- 1888 Göttingen: *Alois Brandl*
- 1892 Münster: *Eugen Einenkel*
- 1896 Heidelberg: *Johannes Hoops*
- 1896 München: *Joseph Schick*
- 1900 Kiel: *Ferdinand Holthausen*

¹ Wie im Fall des Verner'schen Gesetzes.

² Beispielsweise ist der Wechsel von ae. [r] zu ne. [z] im Partizip Präteritum des englischen Verbs *choose* ‚wählen‘ (ae. *gecōren* > ne. *chosēn*) nicht das Ergebnis eines regulären Lautgesetzes [r] > [z], sondern auf eine analoge Nivellierung verschiedener Stämme im grammatischen Paradigma desselben Verbs zurückzuführen (ae. *ceasan* - *ceas* - *curon* - *gecōren* > ne. *choose* - *chose* - *chosēn*)

³ Nach dem Grimm'schen Gesetz wurde ie. /k/ zu germanischem /h/, was sich in einer regelmäßigen Lautkorrespondenz zwischen lateinischem /k/ und ae. /h/ widerspiegelt. Ae. [ʃ] in *ciēse* im Verhältnis zu lateinisch *caseus* scheint eine Ausnahme zu sein. Sie lässt sich jedoch dadurch erklären, dass das ae. *ciēse* nicht aus dem Ie. übernommen wurde, sondern eine spätere Entlehnung aus dem Lateinischen ist.

- 1925 Jena: *Hermann M. Flasdieck*

Die Forschungsthemen der ersten Professoren für Englische Philologie konzentrieren sich vor allem auf die folgenden Themen:

1. Textstudien und kritische Texteditionen
2. Lexikographische / Etymologische Studien
3. Phonologische Analysen einzelner Texte
4. Studien zur Metrik
5. Morphologische und syntaktische Analysen
6. Handbücher und Grammatiken des „Altenglischen“ / Historische „Grammatiken“

Gelehrte erstellten zahlreiche Ausgaben von alt- und mittelenglischen Texten mit Glossen, Kommentaren und Anmerkungen und lieferten damit unschätzbares Material für weitere Studien. Texteditionen und Glossen führten zu lexikographischen Studien und weckten das Interesse der Wissenschaft an etymologischen Interpretationen. Wichtige Ergebnisse solcher Forschungen sind z.B. Eduard Mätzners (1805–1892) *Altenglische Sprachproben nebst einem Wörterbuche* (1867), Johannes Hoops' *Reallexikon der germanischen Altertumskunde* (1911–1919) oder Ferdinand Holthausens *Altenglisches Etymologisches Wörterbuch* (1934).

Wie bereits erwähnt, spielten Fragen der Lautgesetze und der Regelmäßigkeit von Lautwandel in der junggrammatischen Zeit eine wichtige Rolle. So waren neue Annahmen über Mechanismen und Prinzipien des Lautwandels auch eine einflussreiche Inspirationsquelle für Wissenschaftler der englischen Philologie. Daher ist es nicht verwunderlich, dass sich Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts eine große Zahl von Publikationen mit Lauten in alt- oder mittelenglischen Texten befasste. Metrische Studien konzentrierten sich vor allem auf die altenglische oder altgermanische Dichtung, vgl. z.B. Maximilian Riegers (1828–1909) *Die alt- und angelsächsische Verskunst* (1876), Philipp Fruchs *Metrisches und Sprachliches zu Cynewulfs Elene, Juliana und Crist* (1887), oder Max Kaluzas *Der altenglische Vers. Eine metrische Untersuchung* (1894).

Viele Autoren befassen sich mit einer morphologischen oder syntaktischen Analyse bestimmter sprachlicher Phänomene in spezifischen alt- oder mittelenglischen Texten. Häufige Themen sind der Gebrauch des Konjunktivs, die Funktion des Verbalpräfixes *ge-*, die Syntax von Präpositionen, Pronomen, Zahlwörtern, Verben, der Gebrauch von Artikeln, Formen der Satzverbindung, Relativsätze, Satznegation, der Gebrauch von Zeitformen, Verbalaspekt und Aktionsart.

Schließlich wurden im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert eine Reihe von Handbüchern und Grammatiken des „Altenglischen“ (d.h. des Angelsächsischen oder Mittelenglischen) oder historische „Grammatiken“ veröffentlicht, vgl. Eduard Sievers' *Angelsächsische Grammatik* (1882), Lorenz Morsbachs *Mittelenglische Grammatik* (1896), Karl Daniel Bülbring's (1863–1917) *Altenglisches Elementarbuch* (1902) oder Wilhelm Horns (1876–1952) *Historische neuenglische Grammatik, Teil 1: Lautlehre* (1908). Die typischen „Grammatiken“ jener Zeit befassten sich hauptsächlich mit der Lautstruktur der Sprache. Wie in der allgemeinen Historisch-Vergleichenden Sprachwissenschaft oder in der Junggrammatischen Schule wurden die frühen Ansätze der EHL weitgehend von phonologischen Studien dominiert. Dies ist der Bereich, in dem deutsche Gelehrte am prominentesten und einflussreichsten waren, wie das folgende Zitat aus Henry Cecil Wylds *Short History of English* (1914: 5–6) deutlich macht: „No one will expect to find in each of the three chapters devoted respectively to Old, Middle, and Modern English Phonology the degree of minuteness which would belong, properly, to special grammars of these phases of our language. The student who is particularly interested in any of these will naturally turn to the pages of Sievers and

Bülbring, to Morsbach's Mittelenglische Grammatik, still unfortunately incomplete, to the works of Horn and Jespersen, all of which are first-hand and first-rate books.“⁴

Im Folgenden sollen einige herausragende Gelehrte des späten 19. und frühen 20. Jahrhunderts und ihr Beitrag zur Forschung in der EHL näher vorgestellt werden.

3 Wichtige deutsche Wissenschaftler des späten 19. und frühen 20. Jahrhunderts und ihre Forschungen in EHL

Julius Zupitza wird oft als Begründer der Englischen Philologie in Deutschland bezeichnet. Als typischer vielseitiger Gelehrter seiner Zeit kann er sowohl als Germanist als auch als Anglist betrachtet werden. Nachdem er sich 1869 in Breslau für Germanistik habilitiert hatte, wurde er 1872 zum außerordentlichen Professor für nordgermanische Sprachen in Wien ernannt und nur vier Jahre später zum ordentlichen Professor für englische Sprache und Literatur an die Berliner Universität berufen. (cf. Meves 2001: 1292). Seine Lehrtätigkeit umfasste auch romanische Sprachen. Neben Alt- und Mittelenglisch unterrichtete er Gotisch, Altnordisch, Altsächsisch, Althochdeutsch, Mittelhochdeutsch, Altfranzösisch und Altprovenzalisch. Heute ist Zupitza vor allem für seine exzellenten textkritischen Editionen bekannt, z.B. *Ælfrics Grammatik und Glossar: Text und Varianten* (1880), die auf 15 verschiedenen Handschriften basiert, oder seine zweite Ausgabe von *Cynewulfs Elene, mit einem Glossar herausgegeben* (1877/1832), in der er auf abweichende Schreibweisen in anderen Ausgaben von ten Brink, Cosijn, Ettmüller, Grimm, Grein, Kemble, Körner, Leo, Rieger, Sievers, Thorpe und Wülcker hinweist. Zupitzas herausragende Arbeit wurde sogar von seinen britischen Zeitgenossen gewürdigt, so dass ihm die Ehrendoktorwürde der Universität Cambridge verliehen wurde.

Johannes Hoops, der in Jena und Freiburg Mathematik, Naturwissenschaften, Neue Philologien und Geschichte studiert hatte, war Naturwissenschaftler und Philologe zugleich; seine Arbeiten zielten darauf ab, mit Hilfe der vergleichenden Sprachwissenschaft Aussagen über die Kultur und die ursprüngliche Heimat der Indoeuropäer zu machen. Diese in zwei Richtungen gehenden Ambitionen sind bereits im Thema seiner Dissertation *Über die altenglischen Pflanzennamen* (1889) deutlich zu erkennen. Zu seinen weiteren philologisch-archäologischen Studien zur Botanik gehören zum Beispiel ein Werk über Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum (1905) und eine Abhandlung über die *Geschichte des Ölbaums* (1944). Hoops Interessen beschränken sich jedoch nicht auf solche Themen. Er schrieb auch einen *Kommentar zu Beowulf* (1932) und im selben Jahr erschienen seine *Beowulfstudien*. Sein Hauptwerk wurde jedoch sein *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde* (1911–1919), zu dem er selbst fast 100 Artikel beisteuerte. Sein Ziel war die Darstellung der Geschichte aller germanischen Zivilisationen von den Anfängen bis zur frühchristlichen Zeit. Mit diesem Werk legte Hoops den Grundstein für ein Lexikon, das 2007 mit 35 Bänden abgeschlossen wurde.

Als Professor für Englische Philologie an der Universität Heidelberg gab Johannes Hoops 49 Bände der *Englischen Studien*, 21 Bände der *Englischen Textbibliothek* und 88 Bände der *Anglistischen Forschungen* heraus. Darüber hinaus betreute er 75 Dissertationen, darunter

⁴ „Niemand wird erwarten, in den drei Kapiteln, die jeweils der alt-, mittel- und neuenglischen Phonologie gewidmet sind, den Grad der Ausführlichkeit zu finden, der eigentlich zu speziellen Grammatiken dieser Entwicklungsstufen unserer Sprache gehören würde. Der Student, der sich für einen dieser Bereiche besonders interessiert, wird sich natürlich an die Seiten von Sievers und Bülbring wenden, an Morsbachs Mittelenglische Grammatik, die leider immer noch unvollständig ist, an die Werke von Horn und Jespersen, die alle aus erster Hand stammen und erstklassige Bücher sind.“

zahlreiche amerikanische Studenten. Unter seinen Doktoranden befanden sich auch die ersten weiblichen Gelehrten in englischer Philologie an einer deutschen Universität, wie Erla Hittle (1900) aus Richmond, Indiana, und Louise Pound (1901) aus Nebraska, USA. Louise Pound (1872–1958) kehrte danach in die USA zurück und machte eine lebenslange Karriere als Professorin für Englisch an der Universität von Nebraska. Sie wurde sogar die erste Präsidentin der *Modern Language Association of the USA*.

Ferdinand Holthausen, Professor für Englische Philologie an der Universität Kiel, betreute auch zahlreiche Dissertationen, hauptsächlich zu lexikologischen oder lexikographischen Themen. Berühmt wurde er durch seine etymologischen Studien, die in seinem *Altenglischen Etymologischen Wörterbuch* (1934) mündeten. Dieses Wörterbuch erschien 1976 in der 3. Auflage und wird immer noch von Wissenschaftlern der EHL konsultiert.

Wilhelm Viëtor, (1850–1918) war ein berühmter Phonetiker und Reformer des modernen Sprachunterrichts an der Universität Marburg. Seine Arbeiten zur Phonetik und Phonologie umfassten u.a. vergleichende Studien über *Elemente der Phonetik und Orthoepie des Deutschen, Englischen und Französischen mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Lehrpraxis* (1884) oder *A Shakespeare reader in the old spelling and with a phonetic transcription* (1906). An dieser Stelle sollte auch erwähnt werden, dass er zusammen mit Henry Sweet und Daniel Jones aktiv an der Schaffung des Internationalen Phonetischen Alphabets beteiligt war. Vor allem aber wurde Viëtor international bekannt als Initiator einer Reformbewegung im modernen Sprachunterricht. Sein Pamphlet *Der Sprachunterricht muss umkehren! Ein Beitrag zur Überbürdungsfrage* (1882) hatte nicht nur in Deutschland, sondern auch international große wissenschaftliche Aufmerksamkeit erregt. Obwohl seine Forderung, den Sprachunterricht auf der Grundlage der gesprochenen Sprache und nicht über geschriebene Texte durchzuführen, nur bei Universitätsprofessoren auf Zustimmung stieß, wurden seine Ideen im Laufe der Zeit dennoch sehr einflussreich.

1878, nur wenige Jahre nach der Einrichtung der ersten Lehrstühle für Englische Philologie in Deutschland, gründeten Richard Paul Wülcker (1845–1910), der seit 1876 Professor für Englische Philologie in Leipzig war, und sein Bonner Kollege Moritz Trautmann (1842–1920) die Zeitschrift *Anglia: Zeitschrift für englische Philologie mit Beiträgen zur Geschichte der englischen Sprache und Literatur*. Dies ist die älteste noch existierende Zeitschrift für Anglistik.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Aufblühen der EHL im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert in Deutschland auf drei zusammenhängende Faktoren zurückzuführen ist: (1) das allgemeine Interesse an der Historisch-Vergleichenden Sprachwissenschaft im 19. Jahrhundert, das auch die frühen germanischen Dialekte einschloss; (2) neue Erkenntnisse über die Mechanismen des Lautwandels und die Prinzipien des Sprachwandels im Allgemeinen, die von den Junggrammatikern initiiert wurden; und (3) eine zunehmende akademische Spezialisierung in den Philologien, die die Verfügbarkeit von Texteditionen erhöhte. All dies führte zu einer Flut von phonologischen, morphologischen und syntaktischen Analysen alt- und mittenglischer Texte.

4 EHL im 20. Jahrhundert in der Vor- und Nachkriegszeit in Deutschland

Der Einfluss des Strukturalismus zu Beginn des 20. Jahrhunderts führte zu einer Dichotomie zwischen „Philologen“ und „Linguisten“ (vgl. Lass 1969: V), wobei erstere literarische, kulturelle und psychologische Aspekte der Sprache einbeziehen und letztere sich auf das Sprachsystem, seine Elemente und ihre Funktionen im System konzentrieren. Bis in die 1950er Jahre wurde jedoch in Deutschland das ursprüngliche Konzept der Philologie weitgehend beibehalten. Eine direkte und unmittelbare Beeinflussung durch strukturalistische Ideen fand in der EHL nicht statt. Eugenio Coseriu (1921–2002) nannte

Deutschland sogar ein „Land ohne Strukturalismus“ (1988: 165). Der Grund dafür liegt wohl in der historischen Tradition der deutschen Universitäten.

Dennoch ist ein strukturalistischer Einfluss insbesondere der Prager Schule erkennbar, z.B. in Wilhelm Horns *Sprachkörper und Sprachfunktion* (1921) und später (1954) in seinem posthum von Martin Lehnert (1910–1992) herausgegebenen Werk *Laut und Leben: Englische Lautgeschichte der neueren Zeit (1400–1950)*. Diesem Ansatz zufolge spielt das Verhältnis zwischen Form und Funktion eine wichtige Rolle beim Sprachwandel. Auch Karl Luick hatte behauptet, dass Laute voneinander abhängen, was als Beginn eines phonologischen Denkens angesehen werden kann.

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ist der Einfluss des Strukturalismus in der EHL in Deutschland stärker geworden, vgl. Rolf Berndts (1927–1996) Dissertation von 1956 über *Form und Funktion des Verbums im nördlichen Spätaltenglisch. Eine Untersuchung der grammatischen Formen und ihrer syntaktischen Beziehungsbedeutungen* oder Martin Lehnerts Arbeit über „Die Wechselbeziehung zwischen Form und Funktion in der Entwicklung der englischen Sprache“ (1957).

Der Einfluss des Generativismus war noch geringer als der des Strukturalismus, da die Generative Linguistik auf ein Verständnis der Sprachkompetenz abzielte und nicht in erster Linie den Sprachwandel erklären sollte. Erst in jüngerer Zeit hat sich an niederländischen Universitäten und vereinzelt auch in Deutschland eine besondere Forschungstradition mit dem Fokus auf englischer historischer Syntax in einem generativen Rahmen entwickelt, vgl. z.B. C. Trips' (2001) Dissertation *From OV to VO in early Middle English*. Im 20. und 21. Jahrhundert ist generell ein weiterer Rückgang der Publikationen im Bereich der Englischen Philologie in Deutschland zu beobachten. Die Mediävistik konzentriert sich heute entweder auf die mittelalterliche Literatur oder auf die historische Sprachwissenschaft. Außerdem gibt es eine Tendenz hin zur lebenden englischen Sprache und ihren Varietäten. Ehemalige historische Sprachwissenschaftler wie Heinrich Spies (1873–1962) oder Karl Wildhagen (1873–1945) wurden mit Werken über *Kultur und Sprache im neuen England* (1925) oder dem *Wörterbuch der englischen und deutschen Sprache* (1943) populär. Selbst Karl Luick, einer der herausragendsten Gelehrten auf dem Gebiet der Historischen Phonologie des Englischen, forderte 1930 auf einer Tagung der Neuphilologen in Breslau, dass sich die künftige Sprachwissenschaft vor allem mit der modernen Sprache befassen müsse.

So verlagerte sich die englische Sprachwissenschaft im 20. Jahrhundert auf die Beschreibende und Angewandte Linguistik des modernen Englisch, und die EHL konzentrierte sich mehr und mehr auf die Mechanismen des Sprachwandels und die modernen Varietäten des Englischen.

Nach dem Zweiten Weltkrieg variierte das Interesse an der EHL im geteilten Deutschland. In der BRD gab es in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts noch zahlreiche philologische Lehrstühle für EHL und mittelalterliche Literatur, z.B. Host Weinstock (1931–2013) in Aachen, Helmut Gneuß (1927–2023) in München, Hans Schabram (1928–2021) in Göttingen, Klaus Dietz (1935–2016) in Berlin (FU), Alfred Bammesberger (1938–2025) in Eichstätt oder Herbert Pilch (1927–2018) in Freiburg. Mit der Expansion des Hochschulwesens in den 1960er und 1970er Jahren wurden die Lehrstühle in den neusprachlichen Philologien zunehmend differenzierter, so dass es zur Gründung neuer Professuren für englische Literatur, amerikanische Literatur und/oder Kultur, sowie spezifizierter linguistischer Lehrstühle kam (Englische Sprache der Gegenwart, angewandte Linguistik, Semantik, etc.) Neben moderner bzw. angewandter englischer Sprachwissenschaft wurde an den meisten westdeutschen Universitäten auch regelmäßig englische Mediävistik betrieben. In mehr oder weniger umfangreichem Maße, oft mit einem stärkeren Fokus auf der Literatur und Kultur (statt auf der Sprache) ist dies bis heute der

Fall, so z.B. in Bamberg, Bochum, Bonn oder Düsseldorf. Die Nachwuchskräfte hatten jedoch oftmals keine ausreichende Ausbildung in Philologie oder älterer Literatur und Sprache, um die Tradition aufrechtzuerhalten.

In der DDR verlor die EHL ihre Bedeutung viel drastischer und früher. Die Anglistik an den Universitäten beschränkte sich auf die Lehrerausbildung oder das Übersetzungsstudium. In Berlin wurde z.B. die mediävistische Forschung aus der Universität an die Akademie ausgegliedert, wodurch die ursprüngliche Einheit der Philologie auseinanderbrach.

Ein gutes Beispiel für den Aufstieg und Fall der EHL in Deutschland ist die Humboldt-Universität zu Berlin. Im 19. Jahrhundert war sie ein wichtiges Zentrum der Historisch-Vergleichenden Sprachwissenschaft, als Nikolaus Delius (1813–1888) von 1842 bis 1846 Dozent für englische und französische Literatur war und auch Vorlesungen über die vergleichende Grammatik der romanischen Sprachen hielt, und Chajim H. Steinthal (1823–1899) als Extraordinarius für Allgemeine Sprachwissenschaft von 1850 bis 1899 Vorlesungen über die provenzalische Sprache und Literatur sowie über die historisch-psychologische Sicht auf die romanischen Sprachen hielt. Der erste Lehrstuhl für Englische Philologie wurde dann 1876 eingerichtet und bis 1895 von Julius Zupitza besetzt. Sein Nachfolger wurde Alois Brandl (1855–1940), dessen Hauptinteresse Shakespeare galt. Brandls Nachfolger war von 1923 bis 1931 Wilhem Dibelius (1876–1931), einer der führenden Vertreter der englischen Kulturwissenschaft in Deutschland. Der historischen Sprachwissenschaft schenkte er nur wenig Beachtung. Auch Dibelius' Nachfolger von 1932 bis 1946, Walter F. Schirmer (1888–1984), war vor allem an Literatur interessiert. Gleichzeitig wurde jedoch ein zweiter Lehrstuhl mit dem Schwerpunkt Linguistik eingerichtet. Bis 1951 hatte Wilhelm Horn, ein herausragender Experte für historische Phonologie, diese Position inne. Sein Schüler, Martin Lehnert, trat die Nachfolge Horns an und setzte dessen Tradition an der Humboldt-Universität bis 1975 fort. Viele seiner Studenten gingen jedoch nach Westdeutschland oder wurden Professoren für Linguistik des Modernen Englischen. Von 1978 bis 1999 war Klaus Hansen (1934–2020) Professor für moderne englische Linguistik an der Humboldt-Universität. Seine Hauptinteressen lagen in den Bereichen der modernen englischen Phonologie, der Lexikologie und der englischen Varietäten. Von 2002 bis 2015 war Susan Olsen Professorin für Englische Sprachwissenschaft an der Humboldt-Universität. Ihre Forschungsgebiete und ihre Lehrtätigkeit umfassten vor allem die Syntax und Morphologie des modernen Englisch. Seit 2009 ist Markus Egg Professor für Englische Linguistik dort. Er befasst sich vor allem mit Semantik und Diskursstrukturen. Zusätzlich wurde 2019 eine W1-Professur (Mingya Liu) eingerichtet, die sich mit der Schnittstelle von Lexikon/Syntax/Semantik/Pragmatik und deren Auswirkungen auf Fragen der Sprachverarbeitung, des Spracherwerbs und der Sprachverwendung beschäftigt. Die Geschichte der englischen Sprache spielt keine Rolle mehr in der Forschung und wird nur noch als Überblicksveranstaltung von wissenschaftlichen Mitarbeitern unterrichtet.

Andere ostdeutsche Universitäten haben eine ähnliche Entwicklung durchgemacht. Einer der bekanntesten Englischen Historischen Linguisten in der Deutschen Demokratischen Republik war Rolf Berndt. Er setzte die Berliner Tradition von Horn und Lehnert in Rostock fort. Von 1960 bis 1964 war er zunächst Dozent für Geschichte der englischen Sprache und ältere englische Literatur. Danach, von 1964 bis 1968 wurde sein Fachgebiet erweitert und er erhielt eine Professur für Englische Sprachwissenschaft und ältere englische Literatur. 1968 fanden im Zuge der III. Hochschulreform in der DDR tiefgreifende strukturelle Veränderungen an den Hochschulen statt und Rolf Berndt war ab 1968 bis zu seinem Ausscheiden 1992 Professor für Theoretische und Angewandte Sprachwissenschaft (Anglistik). Neben seiner Dissertation (s.o.) und seiner „Einführung in das Studium des Mittelenglischen“ schrieb er auch ein Lehrbuch für Studenten über die Geschichte der

englischen Sprache (1982), das immer noch ein wertvolles Handbuch und Quellenbuch für Studenten der englischen historischen Linguistik ist.

5 Die Rolle der EHL als Universitätsdisziplin im wieder vereinten Deutschland

In den späten 1980er Jahren wurde an vielen deutschen Universitäten noch Alt- und Mittelenglisch gelehrt. Mit dem Aufbau neuer Universitäts- und Lehrstuhlstrukturen in den neuen Bundesländern, wurden hier nun in aller Regel auch Lehrstühle für EHL und mittelalterliche Literatur eingerichtet. Lehrveranstaltungen in diesem Bereich waren jedoch weitgehend optional für Studenten der englischen Sprache. Heute, fast 40 Jahre später, ist die EHL deutschlandweit marginalisiert. Nur 12 von 58 Universitäten (deutschlandweit) mit einer Anglistikausbildung haben einen Lehrstuhl, der explizit die EHL oder Mediävistik in der Denomination erwähnt; in 5 dieser Universitäten sind die Lehrstühle ausschließlich für EHL (und mittelalterliche Literatur) vorgesehen (Düsseldorf, Göttingen, Köln, Mannheim, München) wobei in Köln gar keine EHL unterrichtet wird; die Lehrstuhlinhaberin hat seit Jahren eine Hochschulleitungsfunktion und hat auch vorher kaum in den Kernbereichen geforscht und gelehrt; in 4 weiteren dieser Universitäten ist der Lehrstuhl auf Mediävistik/mittelalterliche Literatur fokussiert, wobei die EHL gar keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielt (FU Berlin, Bochum, Bonn, Jena); schließlich ist an 3 dieser Universitäten der Lehrstuhl allgemein für englische Sprachwissenschaft (oder die Variationslinguistik) vorgesehen, wobei die EHL aber als eingeschlossen in der Denomination erwähnt wird (Bamberg, Gießen, Potsdam), in Gießen wird allerdings gar keine EHL gelehrt. An 23 weiteren Universitäten ohne speziellen Lehrstuhl für EHL werden zumindest noch Lehrveranstaltungen dazu angeboten, meist nur eine Überblicksvorlesung, aber gelegentlich auch noch spezielle Kurse zum Alt- oder Mittelenglischen oder zu anderen Themen der EHL, oft von wissenschaftlichen Mitarbeitern oder Lehrbeauftragten unterrichtet. An 26 Universitäten, die eine Anglistik beherbergen, wird EHL gar nicht mehr unterrichtet.⁵

Was ist also aus der Historischen Sprachwissenschaft an den Universitäten geworden, die im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert eine so glorreiche Vergangenheit hatten? Einige der ehemaligen Hochburgen der EHL, wie z.B. Straßburg (heute Strasbourg), oder Breslau (heute Wrocław) gehören heute zu Frankreich bzw. Polen. An beiden Universitäten gibt es nach wie vor eine Anglistik, wobei die EHL keine zentrale Rolle mehr spielt. In Halle, Leipzig und Jena wurde die EHL nach der Gründung der DDR marginalisiert. Nach der Wiedervereinigung Deutschlands gewann die EHL jedoch wieder ein wenig an Bedeutung. So wurde Ulrich Busse 2001 in Halle auf den Lehrstuhl für Englische Sprachwissenschaft berufen. Seine Forschungsschwerpunkte sind Deskriptive Synchrone Englische Linguistik und EHL. In Jena wurde im Jahr 2002 ein Lehrstuhl für Ältere Englische Sprache und Literatur eingerichtet, dessen Inhaber Thomas Honegger ist. In Leipzig hingegen verlagerte sich der Schwerpunkt der Anglistik ganz auf die Moderne Anglistik und Amerikanistik, wobei den Varietäten des Englischen und der Angewandten Linguistik besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird. An der Humboldt-Universität zu Berlin liegt der Schwerpunkt auf der Grammatik des Englischen und dem Aufbau der Sprache als geistige Fähigkeit im Allgemeinen, der Kognitionswissenschaft, der Computerlinguistik und den Kulturwissenschaften, während an der Freien Universität Berlin, die nach der Teilung Deutschlands in West-Berlin gegründet wurde, Klaus Dietz den Lehrstuhl für EHL bis zu

⁵ Zu letzteren zählen auch Gießen, Jena und Köln, die sogar noch einen Lehrstuhl für EHL bzw. Mediävistik besitzen, die Geschichte der englischen Sprache aber gar nicht mehr unterrichten.

seiner Pensionierung innehatte. Sein Nachfolger, Ferdinand von Mengden, bekleidet heute eine Professur für englische Sprachwissenschaft allgemein, forscht und unterrichtet aber auch zu Themen der EHL. An anderen westdeutschen Universitäten sieht es ähnlich aus. In Bonn gibt es zwar noch einen Lehrstuhl für englische Mediävistik, allerdings mit dem Schwerpunkt auf der mittelalterlichen Literatur. In Heidelberg werden zwar noch vereinzelt Kurse zur EHL angeboten, aber es gibt keinen speziellen Lehrstuhl mehr dafür. Andere frühere Studienzentren der EHL wie Kiel, Münster oder Marburg haben ihren Schwerpunkt fast vollständig auf Modernes Englisch, Dialektologie, Mehrsprachigkeit und Korpuslinguistik verlagert. In Kiel beispielsweise hat Lieselotte Anderwald einen Lehrstuhl für Englische Sprachwissenschaft inne, unterrichtet aber auch Kurse zur EHL und untersucht das Englische im 19. Jahrhundert. In Marburg hatte Rüdiger Zimmermann, ein ehemaliger historischer Philologe, der dort von 1973 bis 2008 lehrte, seine Forschungsinteressen bereits frühzeitig auf Spracherwerb und angewandte Linguistik verlagert. Lediglich Göttingen ist von den einstigen Hochburgen, neben München, heute noch ein Standort mit einer eigenständigen Professur für englische Sprache und Literatur des Mittelalters (Winfried Rudolph) und mit lebhaften Lehr- und Forschungaktivitäten in der englischen Mediävitik.

6 Schlussfolgerung und Zukunftsperspektiven

Heute sind EHL und Mediävistik eindeutig marginalisiert. Der Schwerpunkt des Interesses hat sich auf die moderne synchrone Linguistik, die angewandte Linguistik sowie auf regionale, soziale und funktionale Varietäten des Englischen verlagert. Die Englische Philologie als universitäre Disziplin braucht jedoch eine historische Dimension.

Im 20. Jahrhundert kam es zu einer zunehmenden Trennung zwischen der (allgemeinen) Sprachwissenschaft und den einzelnen Philologien. Die Sprachwissenschaftler in den einzelnen Philologien sind heute eher nach ihren wichtigsten Forschungsansätzen und Methoden organisiert als nach den Sprachen, die sie studieren. Der Schwerpunkt historisch orientierter Linguisten liegt vielfach auf Theorien des Sprachwandels und der jüngeren Geschichte des Englischen. Wenn die Linguistik empirisch orientiert ist, nutzt sie große elektronische Datenbanken. Auf diese Weise lassen die historischen Sprachwissenschaftler jedoch weitgehend den direkten Bezug zu mittelalterlichen Texten und ihrem philologischen Hintergrund vermissen. Es mangelt zunehmend an Gelehrten, die in der Lage sind, eine authentische Handschrift zu lesssen oder die über genügend Kontextwissen verfügen, um Informationen über die Autorschaft sowie den regionalen und zeitlichen Hintergrund von Texten abzuleiten. Die letzte Generation der Englischen Historischen Linguisten im traditionellen Sinne ist in Deutschland in den vergangenen Jahren zum größten Teil in den Ruhestand verabschiedet worden und Nachfolger sind entweder nicht vorhanden oder die Lehrstühle wurden in solche für Sprachvariation, Angewandte Linguistik oder Computerlinguistik umgewandelt. Man kann nur hoffen, dass sich junge Wissenschaftler von den Entwicklungen in anderen Ländern (Polen, Finnland, Spanien oder Japan) inspirieren lassen und es ihnen gelingt, eine Disziplin wiederzubeleben, die am Rande des Aussterbens steht.

Literatur

Primärquellen

- Berndt, Rolf (1956): *Form und Funktion des Verbums im nördlichen Spätaltenglischen*. Halle: Niemeyer.
- Berndt, Rolf (1960): *Einführung in das Studium des Mittelenglischen unter Zugrundelegung des Prologs der 'Canterbury Tales'*. Halle: Niemeyer.
- Berndt, Rolf (1982): *A History of the English Language*. Leipzig: Enzyklopädie.
- Bopp, Franz (1833): *Vergleichende Grammatik des Sanskrit, Zend, Griechischen, Lateinischen, Litauischen, Gotischen und Deutschen*. Berlin: Königliche Akademie der Wissenschaften.
- Bülbring, Karl Daniel (1902): *Altenglisches Elementarbuch, I. Lautlehre* [Sammlung germanischer Elementarbücher hg. von Streitberg, I. Reihe, 4.]. Heidelberg: Karl Winters Universitätsbuchhandlung.
- Delbrück, Bertold (1893–1900): *Vergleichende Syntax der Indogermanischen Sprachen*. Strassburg: Karl Trübner.
- Frucht, Philipp (1887): *Metrisches und Sprachliches zu Cynewulfs Elene, Juliana und Crist auf Grund der von Sievers Beiträge X 209–314, 451–545 und von Luick, Beiträge XI 470–492 veröffentlichten Aufsätze*, phil. Diss., Greifswald: Julius Abel.
- Holthausen, Ferdinand (1905): „Zur Quelle von Cynewulfs Elene“. *Zeitschrift für deutsche Philologie* 37, 1–19.
- Holthausen, Ferdinand (1914): *Die ältere Genesis: mit Einleitung, Anmerkungen, Glossar und den lateinischen Quellen*. Heidelberg und New York: Winter's und Stechert.
- Holthausen, Ferdinand (1934): *Altenglisches Etymologisches Wörterbuch*. Heidelberg: Carl Winter Universitätsverlag.
- Hoops, Johannes (1889): *Über die altenglischen Pflanzennamen*. Freiburg: Universitäts-Buchdruckerei von Christian Lehmann.
- Hoops, Johannes (1905): *Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum*. Strassburg: Verlag von Karl J. Trübner.
- Hoops, Johannes (1911–1919): *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde*. Strassburg: Verlag von Karl J. Trübner.
- Hoops, Johannes (1932): *Beowulfstudien*. Heidelberg: Carl Winter.
- Hoops, Johannes (1932): *Kommentar zum Beowulf*. Heidelberg: Carl Winter.
- Hoops, Johannes (1944): *Geschichte des Ölbaums*. Heidelberg [Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Philosophisch-historische Klasse, Jahrgang 1942/43, Band XXX II]. Heidelberg.
- Horn, Wilhelm (1901): *Beiträge zur Geschichte der englischen Gutturallaute*. Berlin: Wilhelm Gronau.
- Horn, Wilhelm (1905): *Untersuchungen zur neuenglischen Lautgeschichte*. Strassburg: K.J. Trübner.
- Horn, Wilhelm (1908): *Historische neuenglische Grammatik*. Strassburg: Karl J. Trübner.
- Horn, Wilhelm (1921): *Sprachkörper und Sprachfunktion* [Palaestra, 135]. Leipzig: Meyer & Müller (2. Aufl., 1923).
- Horn, Wilhelm (1954): *Laut und Leben: Englische Lautgeschichte der neueren Zeit (1400–1950)*, bearbeitet und herausgegeben von Martin Lehnert, 2 Bde. Berlin: Dt. Verl. d. Wiss.
- Kaluza, Max (1894): *Der altenglische Vers. Eine metrische Untersuchung von Max Kaluza*. 1. Theil: *Kritik der bisherigen Theorien*. 2. Theil: *Die Metrik des Beowulfliedes* [Studien zum germanischen Alliterationsvers]. Berlin: Felber.
- Lehnert, Martin (1957): „The Interrelation between Form and Function in the Development of the English Language“. *Zeitschrift für Anglistik und Amerikanistik* 5, 43–56.

- Leskien, August (1876): *Die Deklination im Slavisch-Litanischen und im Germanischen*. Leipzig: S. Hirzel.
- Mätzner, Eduard (1867–1900): *Altenglische Sprachproben; nebst einem Wörterbuche*. Berlin: Weidmannsche Buchhandlung.
- Morsbach, Lorenz (1896): *Mittelenglische Grammatik*. Erste Hälfte [Sammlung kurzer Grammatiken germanischer Dialekte hg. von Braune, VII]. Halle: M. Niemeyer.
- Osthoff, Hermann / Brugmann, Karl (1878): *Morphologische Untersuchungen auf dem Gebiete der indogermanischen Sprachen*. Leipzig: Hirzel.
- Paul, Hermann (1889): *Prinzipien der Sprachgeschichte*. Halle: Niemeyer.
- Pound, Louise (1900): *The Comparison of Adjectives in English in the XV and the XVI Century*. Heidelberg: Carl Winter Universitätsbibliothek.
- Rieger, Maximilian (1876): *Die alt- und angelsächsische Verskunst* [Zeitschrift für deutsche Philologie VII, Heft 1]. Halle: Verlag der Buchhandlung des Waisenhauses.
- Sievers, Eduard (1882): *Angelsächsische Grammatik*. [Sammlung kurzer Grammatiken germanischer Dialekte / A ; 3]. Halle: Niemeyer.
- Viëtor, Wilhelm (1884): *Elemente der Phonetik und Orthoepie des Deutschen, Englischen und Französischen mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Lehrpraxis*. Heilbronn: Henninger.
- Viëtor, Wilhelm (1886): *Die Aussprache des Englischen nach den deutsch-englischen Grammatiken vor 1750*, Philologentag zu Hannover, 4.–6. Oktober, Marburg: Elwert.
- Viëtor, Wilhelm (1910) [1887]: *Einführung in das Studium der Englischen Philologie*. 4. Aufl. Marburg.
- Viëtor, Wilhelm (1931): *Deutsches Aussprachenwörterbuch*. Leipzig: O.R. Reisland.
- Viëtor, Wilhelm / Schröder, Schröder [Hg.] (1984): *Der Sprachunterricht muß umkehren: ein Pamphlet aus dem 19. Jahrhundert. neu gelesen*. München: Hueber.
- Zupitza, Julius (1877/1883²): *Cynewulfs Elene*. Mit einem Glossar herausgegeben von Julius Zupitza. Berlin: Weidmannsche Buchhandlung.
- Zupitza, Julius (1880): *Ælfrics Grammatik und Glossar*. Berlin: Weidmannsche Buchhandlung.

Sekundärliteratur

- Becker, Anja (2005): *For the Sake of Old Leipzig Days: Academic Networks of American Students at a German University, 1781–1914*. Ph.D. Dissertation, Universität Leipzig.
- Brüning, Eberhard (1977): *Humanistische Traditionen und progressives Erbe der Leipziger Anglistik/Amerikanistik. 100 Jahre Lehrstuhl für Englische Sprache und Literatur an der Karl-Marx-Universität* [Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Philologisch-historische Klasse 67; 1.]. Berlin: Akademie-Verlag.
- Coseriu, Eugenio (1992) [1988]: *Einführung in die Allgemeine Sprachwissenschaft*. 2. Aufl. Tübingen: Francke.
- Einhäuser, Eveline [1989]: *Die Jungrammatiker. Ein Problem für die Sprachwissenschaftsgeschichtsschreibung*. Trier: Wissenschaftlicher Verlag.
- Finkenstaedt, Thomas (1983): *Kleine Geschichte der Anglistik in Deutschland: eine Einführung*. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft.
- Gneuss, Helmut (2005): „Englische Sprachwissenschaft und Mediävistik: Vom Blick zurück zu den Aufgaben für Gegenwart und Zukunft“. Knappe, Gabriele [Hg.] *Englische Sprachwissenschaft und Mediävistik: Standpunkte – Perspektiven – Neue Wege* [Bamberger Beiträge zur englischen Sprachwissenschaft 48]. Frankfurt/M. u.a.: Peter Lang, 37–50.
- Haenicke, Gunta / Finkenstaedt, Thomas (1992): *Anglistenlexikon: 1825–1990: Biographische und bibliographische Angaben zu 318 Anglisten*. Augsburg: University of Augsburg.
- Hausmann, Frank-Rutger (1998): *Deutsche Geisteswissenschaft im Zweiten Weltkrieg. Die Aktion Ritterbusch (1940–1945)*. Dresden: Dresden University Press.

- Hausmann, Frank-Rutger (2003): *Anglistik und Amerikanistik im 'Dritten Reich'*. Frankfurt a. M.: Klostermann.
- Helbig, Gerhard (1986): *Geschichte der neueren Sprachwissenschaft*. Leipzig: Bibliographisches Institut.
- Jankowsky, Kurt R. (1972): *The Neogrammarians*. The Hague: Mouton.
- König, Christoph [Hg.] (2003): *Internationales Germanistenlexikon 1800–1950*. Berlin [etc.]: Walter de Gruyter.
- Kohl, Stephan [ed.] (2006): *Anglistik: Research Paradigms and Institutional Policies 1930–2000*. Trier: Wissenschaftlicher Verlag.
- Krohn, Marie (2007): *Louise Pound: The 19th Century Iconoclast Who Forever Changed America's Views about Women, Academics and Sports*. American Legacy Historical Press.
- Kürschner, Wilfried [Hg.] (1994): *Linguisten-Handbuch: Biographische und bibliographische Daten deutschsprachiger Sprachwissenschaftlerinnen und Sprachwissenschaftler der Gegenwart*, 2 Bände. Tübingen: Narr.
- Lass, Roger (1969): *Approaches to English Historical Linguistics: An anthology*. New York [u.a.]: Holt, Rinehart and Winston.
- Mayer, Alois / Finkenstaedt, Thomas (1992): *Anglistenregister: 1825–1990; Verzeichnis von fast 5500 Anglisten alphabetisch und nach Universitäten geordnet*. Augsburg: University of Augsburg.
- Meves, Uwe (2001): „Die Entstehung und frühe Entwicklung der Germanischen Philologie“.
- Auroux, Sylvain / Koerner, E.F.K. / Niederehe, Hans-Josef / Versteegh, Kees [eds.] *History of the Language Sciences: an international handbook on the evolution of the study of language from the beginnings to the present*. Vol. 2. Berlin: Walter de Gruyter, 1286–1294.
- Morgenstern, Ulf (2006): *Anglistik an der Universität Leipzig: Das Englische Seminar in Kaiserreich, Weimarer Republik und Drittem Reich 1891–1945* [Beiträge zur Leipziger Universitäts- und Wissenschaftsgeschichte, Reihe B 9]. Leipzig: Evangelische Verlagsanstalt.
- Scheler, Manfred [Hg.] (1987): *Berliner Anglistik in Vergangenheit und Gegenwart, 1810–1985*. Berlin: Colloquium Verl.
- Wischer, Ilse (2011): „English Historical Linguistics in Germany: Past, Present and Future“.
ERA [=The English Research Association of Hiroshima] 28 (1/2): 23–40.
- Wischer, Ilse (2012): „History of English Historical Linguistics: Germany and the German-speaking countries“. Bergs, Alexander / Brinton, Laurel J. [eds.] *English Historical Linguistics: An International Handbook*, Volume 2, Berlin [etc.]: Mouton De Gruyter, 1325–1340.
- Wyld, Henry Cecil (1914): *A Short History of English*. London: John Murray.

E-Mail-Adresse der Autorin: wischer@uni-potsdam.de



Entwicklungstendenzen bei nichtmetallisch-anorganischen Baustoffen¹

Norbert Mertzsch (MLS, Rheinsberg)

Veröffentlicht: 30. November 2025

Abstract

The construction, use, and maintenance of buildings require significant amounts of energy and resources. The construction and building sector is therefore responsible for a high proportion of global energy consumption and climate-damaging emissions. To achieve the Paris Climate Agreement's goal of keeping the increase in the average global temperature well below 2°C above pre-industrial levels by 2050, significant efforts are needed in the construction sector to reduce CO₂ emissions.

The potential of buildings made of wood and other biogenic raw materials, which are intended to serve as long-term carbon sinks, must be fully utilized. Furthermore, carbon dioxide emissions from the production of inorganic building materials, which will continue to play a central role, must be significantly reduced. This particularly applies to the production of the most important binding agent, cement. This will include the increased use of new, innovative binding agents with significantly lower CO₂ emissions during production, the use of composite building materials with low CO₂ emissions during production, and the use of recycled materials.

This article discusses some development trends in the production of selected non-metallic inorganic building materials, composite building materials, and other building materials, selected from the multitude of current developments and publications. It also addresses the issue of recycling.

Resümee

Für die Errichtung, die Nutzung und den Erhalt von Gebäuden sind erhebliche Mengen an Energie und Ressourcen erforderlich. Damit ist der Bau- und Gebäudesektor weltweit für einen hohen Anteil des Energieverbrauchs und der klimaschädlichen Emissionen verantwortlich. Um bis 2050 das Ziel des Pariser Klimaabkommens zu erreichen, den Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur deutlich unter 2°C über dem vorindustriellen Niveau zu halten, sind im Bausektor erhebliche Anstrengungen nötig, um die CO₂-Emissionen zu senken.

So ist das Potential von Bauten aus Holz und anderen biogenen Rohstoffen, die als langfristige Kohlenstoffsenke dienen sollen, voll auszunutzen. Darüber hinaus ist die Emission von Kohlenstoffdioxid (CO₂) bei der Produktion von anorganischen Baustoffen, die nach wie vor eine zentrale Rolle spielen werden, deutlich zu reduzieren. Das betrifft insbesondere die Herstellung des wichtigsten Bindemittels, des Zements. Dazu kommen die verstärkte Nutzung von neuen, innovativen Bindemitteln mit deutlich geringeren CO₂-

¹ Der Text geht auf einen Vortrag zurück, den der Verfasser am 11. September 2025 in der Klassensitzung der Klasse für Naturwissenschaften und Technikwissenschaften der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin gehalten hat.

Emissionen bei der Herstellung, die Nutzung von Verbundbaustoffen mit geringen CO₂-Emissionen bei der Herstellung und die Verwendung von Recyclingmaterial.

Im Beitrag wird auf einige Entwicklungstendenzen bei der Herstellung ausgewählter nichtmetallisch-anorganischer Baustoffe, Verbundbaustoffe und weiterer Baustoffe eingegangen, die aus der Vielzahl der derzeit laufenden Entwicklungen und Veröffentlichungen ausgewählt wurden. Zusätzlich wird auf die Problematik des Recyclings eingegangen.

Keywords/Schlüsselwörter:

Paris Climate Agreement; construction of buildings; inorganic building materials; cement; binders; composite building materials; other building materials; recycling.

Pariser Klimaabkommen; Errichtung von Gebäuden; anorganische Baustoffe; Zement; Bindemittel; Verbundbaustoffe; weitere Baustoffe; Recycling.

1 Vorbemerkungen

Für die Errichtung, die Nutzung und den Erhalt von Gebäuden sind erhebliche Mengen an Energie und Ressourcen erforderlich. Damit ist der Bau- und Gebäudesektor weltweit für einen hohen Anteil des Energieverbrauchs und der klimaschädlichen Emissionen verantwortlich. Laut dem Bericht *Global Status Report for Buildings and Construction* des UN-Umweltprogramms von 2024 (UNEP 2024) ist der Bereich Bauen und Gebäude im Jahr 2022 für 37% der globalen Kohlenstoffdioxid (CO₂)-Emissionen verantwortlich. Um bis 2050 das Ziel des Pariser Abkommens (UNFCCC 2015) zu erreichen, den Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur deutlich unter 2°C über dem vorindustriellen Niveau zu halten, sind im Bausektor erhebliche Anstrengungen nötig, um die CO₂-Emissionen zu senken.

So ist auf der einen Seite das Potential von Bauten aus Holz und anderen biogenen Rohstoffen, die als langfristige Kohlenstoffsenke dienen sollen, voll auszunutzen. Darüber hinaus ist die Emission von CO₂ bei der Produktion von anorganischen Baustoffen, die nach wie vor eine zentrale Rolle spielen werden, deutlich zu reduzieren. Das betrifft insbesondere die Herstellung des wichtigsten Bindemittels, des Zements. Dazu kommen die verstärkte Nutzung von neuen, innovativen Bindemitteln mit deutlich geringeren CO₂-Emissionen bei der Herstellung, die Nutzung von Verbundbaustoffen mit geringen CO₂-Emissionen bei der Herstellung und der Nutzung von Recyclingmaterial.

In diesem Beitrag soll auf einige Entwicklungstendenzen bei der Herstellung ausgewählter nichtmetallisch-anorganischer Baustoffe und Verbundbaustoffe eingegangen werden, die aus der Vielzahl der derzeit laufenden Entwicklungen und Veröffentlichungen ausgewählt wurden. Der Beitrag basiert auf früheren Arbeiten des Autors (Mertzsch 2020a, 2023).

2 Bindemittel

2.1 Zement

Die Herstellung von Zement ist, je nach Rechenweg und einbezogenen Produktionsprozessen, für 4 bis 8% der globalen CO₂-Emissionen verantwortlich (Kretschmer 2019). Deshalb sind vor allem bei der Herstellung und Verwendung dieses Bindemittels alle Möglichkeiten zur Reduzierung der CO₂-Emissionen zu nutzen.

Die Bezeichnung Zement für das heute verwendete wichtigste Bindemittel geht auf die Römer zurück, die ein betonartiges Mauerwerk aus Bruchsteinen mit gebranntem Kalk als Bindemittel „Opus Caementitium“ bezeichneten.

Die Entwicklung bis zum heutigen Zement war ein langer Weg (u.a. Conrad 1985, S. 298; Riepl 2008). So basiert die Erkenntnis der Bedeutung des Tongehaltes für Zement auf den Arbeiten des britischen Ingenieurs John Smeaton (1724–1792). Im Weiteren fanden der Franzose Louis-Joseph Vicat (1786–1861) und der Deutsche Johann Friedrich John (1782–1847) unabhängig voneinander, dass Gemische aus Kalkstein und 25 bis 30% Ton sich am besten zur Herstellung von Zement eigneten. Als eigentlicher Erfinder des Portlandzements gilt der Brite Joseph Aspdin (1778–1855), der 1824 in seiner Patentschrift den Ausdruck „Portland cement“ verwendete. Dieser „Portland cement“ war noch kein Zement im heutigen Sinne. Die Bedeutung des Sinterns hat anscheinend als erster Isaac Charles Johnson (1811–1911) verstanden, der bereits 1844 Portlandzement im heutigen Sinne erzeugte.

2.1.1 Zementklinker für Portlandzement

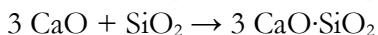
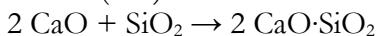
Der in der heutigen Zeit am meisten genutzte Zement ist Portlandzement, ein hydraulischer Zement. Zur Herstellung werden Kalkstein sowie Ton und weitere Zusatzstoffe wie Eisen-erz zunächst gemahlen. Nach dem Homogenisieren und der Einstellung eines Mischungsverhältnisses von Kalkstein zu Ton von 75 zu 25 wird das Gemisch in einem Drehrohrofen bei 1400–1450°C zu „Klinker“ gesintert. Auf Grund der Gesetzmäßigkeiten der Hydratation der einzelnen Klinkerminerale gibt es keine Möglichkeit, das Mischungsverhältnis des Zementrohmehls Kalkstein/Ton als auch die Brenntemperatur signifikant zu verändern. Eine Verringerung des Anteils an Kalk und/oder eine Absenkung der Brenntemperatur deutlich unter 1400°C hätte zur Folge, dass der Binder keine vollhydraulischen Eigenschaften besitzt, was eine geringere Festigkeit und Dauerhaftigkeit des damit hergestellten Betons zur Folge hätte.

Aus chemischer Sicht sind die wesentlichen Prozesse, die dabei ablaufen die folgenden. Durch Wärmezufuhr erfolgt die Abspaltung des CO₂ aus dem Calciumcarbonat unter Bildung von Calciummoxid.

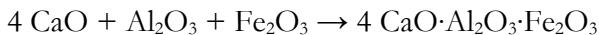
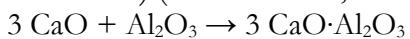


Diese Reaktion ist für den Hauptteil der Emission von CO₂ bei der Zementproduktion verantwortlich und lässt sich nicht vermeiden.

Das Calciummoxid reagiert dann mit Siliziumdioxid zu Dicalciumsilikat (Belit) und Tricalciumsilikat (Alit).



Darüber hinaus erfolgt die Bildung von Tricalciumaluminat und Tetracalciumaluminatferrit (Brownmillerit) (Brostow 1984, S. 223).



Während die Silikate bedeutsam für die mechanischen Eigenschaften des Zements sind, haben Tricalciumaluminat und Brownmillerit vor allem für den Sinterprozess Bedeutung.

Der entstehende Klinker wird nach dem Abkühlen mit kleinen Mengen Gips (CaSO₄·2H₂O) oder Anhydrit (CaSO₄) und, je nach Zementsorte, mit weiteren Zusatzstoffen vermischt und fein gemahlen. Ein Schema für die Zementherstellung gibt Abbildung 1.

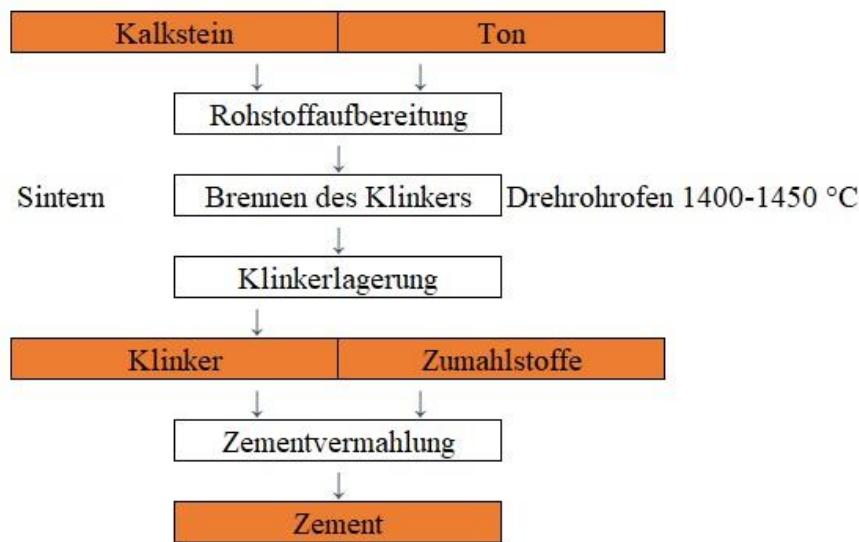


Abb. 1: Schema der Zementherstellung (eigene Darstellung).

Zur Senkung der Emissionen bei der Zementherstellung können technische Maßnahmen bei der Klinkerherstellung genutzt werden. Ein anderer Weg ist die Chemie der Klinkerherstellung zu ändern. Darüber hinaus erfolgt die Entwicklung von klinkerreduzierten Zementen.

2.1.2 Technische Maßnahmen zur Kohlenstoffdioxidreduzierung bei der Klinkerherstellung

Die Reduktion der CO₂-Emissionen bei der Wärmebereitstellung für die Zementherstellung, die heute vor allem durch den Einsatz von Sekundärbrennstoffen und fossilen Brennstoffen erfolgt (UBA 2020), lässt sich in Zukunft durch den Einsatz von Elektroenergie bzw. Wasserstoff erreichen. Dazu sind erhebliche Aufwendungen zur Technologieumstellung notwendig.

Um auch die chemisch bedingten CO₂-Emissionen bei der Zementherstellung zu reduzieren, bietet sich das *Oxyfuel*-Verfahren an (Koring 2013). Bei diesem wird dem Brennprozess im Kalzinator, der dem Drehrohrofen vorgeschaltet sein kann, und im nachgeschalteten Drehrohrofen an Stelle von Luft ein Gemisch aus Sauerstoff und rezykliertem CO₂ eingesetzt. Anschließend wird das CO₂ aus dem Abgasstrom abgeschieden. Die Realisierbarkeit des Verfahrens in der Zementindustrie wurde im CEMCAP-Projekt, welches im Rahmen des EU-Förderprogramms Horizon 2020 lief, untersucht. Es wurden drei grundsätzlich unterschiedliche Technologien zur CO₂-Abscheidung (alle mit einer angestrebten Abscheide rate von 90%) geprüft (CEMCAP 2015). Der Schwerpunkt von CEMCAP lag auf Technologien, die für die Nachrüstung der CO₂-Abscheidung geeignet sind, da Zementwerke typischerweise eine Lebensdauer von 30 bis 50 Jahren haben.

Die Weiterverarbeitung des Kohlendioxids kann dann mit Wasserstoff zu Methan, bekannt als Sabatier-Prozess, zu flüssigen Kohlenwasserstoffen, bekannt als Fischer-Tropsch-Synthese, oder zu Methanol erfolgen (Mertzsch 2022).

Eine andere Möglichkeit besteht in der dauerhaftenendlagerung des CO₂ durch Verpressung in geeigneten Gesteinsschichten im Untergrund. Dieser Prozess ist unter dem Begriff CCS (*carbon dioxide capture and storage*) bekannt. Nachdem dieser in Deutschland lange keine Akzeptanz fand, wird er erneut diskutiert (Pfeiffer et al. 2024).

Ein weiterer Ansatz zur Reduzierung der CO₂-Emissionen bei der Zementherstellung wird mit dem patentierten LEILAC-Verfahren (*Low Emissions Intensity Lime And Cement*) bei

der HeidelbergCement AG verfolgt (Beumelburg 2021). Die in diesem Projekt entwickelte Anlage nutzt bei der Kalzinierung die sogenannte „Direct Separation“. Dabei wird das Ausgangsmaterial Kalkstein innerhalb eines Stahlzyinders indirekt erhitzt und gebrannt. Das dabei freiwerdende, reine CO₂ wird aufgefangen und kann im Anschluss genutzt oder entsorgt werden. Da das entstehende CO₂ nicht aus einem Abgasgemisch abzutrennen ist, ist für diesen Prozess weniger Energie erforderlich. Die benötigten Temperaturen von über 1000°C sollen zukünftig durch erneuerbare Brennstoffe erzeugt werden (Rennie 2025).

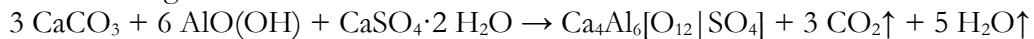
2.1.3 Änderung der Chemie der Klinkerherstellung

- Calciumsulfoaluminat-Zemente

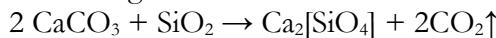
Ein Weg den Energieaufwand für die Zementproduktion über die Absenkung der Brenntemperatur des Klinkers zu senken, ist die Herstellung von Calciumsulfoaluminat-Zementen (CSA).

Die Klinker von CSA-Zement enthalten nach Galluccio (2020) als hydraulisch aktive Hauptphasen Ye'elimit (Ca₄Al₆[O₁₂]SO₄ C₄A₃S), Larnit (β-Ca₂[SiO₄] C₂S), Brownmillerit (4CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃ C₄AF) und Anhydrit (CaSO₄ Cs) in unterschiedlichen Verhältnissen. Aus chemischer Sicht laufen in Summe folgende Reaktionen ab:

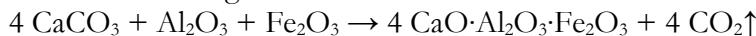
Ye'elimit-Bildung



Larnit-Bildung



Brownmillerit-Bildung



Als Nebenphasen werden unter anderem Ternesit (Ca₅[SO₄·(SiO₄)₂]), Gehlenit (Ca₂Al[Al-SiO₇]) und Wollastonit (Ca₃[Si₃O₉]) angegeben.

Der Vorteil des Verfahrens liegt darin, dass die Brenntemperatur für CSA-Klinker 100–200 Grad unterhalb der Brenntemperatur von Portlandzement liegt. Die Schwefeldioxidemissionen bei der Herstellung sind gegenüber Portlandzement deutlich erhöht, was sich sicherlich negativ auf die weite Verbreitung des Verfahrens auswirken wird.

Ausgangsmaterialien für diesen Zement sind Kalkstein, Bauxit und Gips. Es gibt Bemühungen, diese Rohstoffe durch Industrieabfälle und Nebenprodukte zu ersetzen. Da der CSA-Klinker gegenüber Portlandzementklinker poröser ist, lässt sich auch beim Mahlen eine deutliche Energieeinsparung verzeichnen. CSA-Zement zeichnet sich durch eine hohe Frühfestigkeit, gute Haltbarkeit, geringe Alkalität, kurze Abbindezeit und Volumenstabilität in Abhängigkeit von der zugegebenen Gipsmenge aus.

Seit den 1970er Jahren wird er hauptsächlich in China verwendet (Shi et al. 2011). In Europa ist die Anwendung aufgrund fehlender Normen für Spezialzemente bisher eingeschränkt.

- Belit-Zemente

Belit-Zemente basieren vorrangig auf dem Mineral Dicalciumsilikat (Belit). Sie lassen sich in üblichen Zementwerken herstellen, da die Rohstoffbasis der von Portlandzement gleicht (Ruppert et al. 2020). Belit-Zemente werden bei 1350°C gebrannt, wobei der Kalkanteil deutlich unter dem bei Portlandzement liegt. Dadurch werden die CO₂-Emissionen rohstoffbedingt und durch die niedrigere Brenntemperatur verringert. Probleme bereitet die notwendige schnelle Abkühlung des Klinkers. Der elektrische Energiebedarf ist wegen der höheren Härte von Belit beim Vermahlen höher. Grundsätzlich soll es auch möglich sein, Belit über ein hydrothermales Verfahren oder mittels sogenannter Sol-Gel-Prozesse bei niedrigen Temperaturen zwischen 600 und 900°C herzustellen.

Betone mit Belit-Zementen weisen eine dichte Mikrostruktur auf. Sie haben eine sehr gute Dauerfestigkeit sowie bei ihrer Aushärtung eine mäßige Hydratationswärmeentwicklung. Deshalb sind Belit-Zemente für massive Baukörper, wie z. B. Dämme, besonders geeignet.

Wie am Karlsruher Institut für Technologie gezeigt wurde, lassen sich Belit-Zemente auch unter Nutzung besonders feinkörniger Betonabfälle bei 1000°C herstellen (Schmidt 2024).

- **Ternesithaltige Klinker**

Bei ternesithaltigen Klinkern (Ternesit oder auch Sufospurrit – $\text{Ca}_5(\text{SiO}_4)_2\text{SO}_4$) soll die Frühfestigkeit von Calciumsulfoaluminat(CSA)-Zement mit der Dauerhaftigkeit von Belit-Zement kombiniert und so die Belit-Calciumsulfoaluminat-Ternesit(BCT)-Technologie etabliert werden (HeidelbergCement 2013). Dabei wird ausgenutzt, dass die Klinkerphase Ternesit bei Anwesenheit von Aluminium in der Porenlösung reagiert und ein festes Gefüge bildet.

Durch die um 150–200 Grad niedrigeren Herstellungstemperaturen gegenüber Portlandzement sind bei der Herstellung dieser Klinker deutliche CO_2 -Einsparungen möglich. Die Stromkosten im Herstellprozess sinken, da auch hier beim Mahlprozess weniger Energie benötigt wird.

2.1.4 Zementkonfektionierung von klinkerreduzierten Zementen

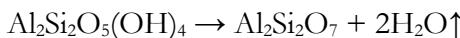
Die Substitution von Portlandzementklinker durch Zumahlstoffe wird bereits seit Jahren praktiziert, wobei die Zementeigenschaften im Wesentlichen erhalten bleiben sollen. Reiner Portlandzement besteht aus Portlandzementklinker und einem geringen Zusatz von Kalk, Gips oder Anhydrit. Zu den Portlandkompositzementen zählen z. B. Portlandhüttenzemente mit Hüttensand (granulierte Hochofenschlacke), Portlandkalksteinzemente mit Kalkstein und Portlandpuzzolanzement mit natürlichem Puzzolan. Weitere Portlandkompositzemente sind Portlandsilikatstaubzement mit Silicastaub, Portlandflugaschezement mit kieselsäurericher oder kalkreicher Flugasche und Portlandschieferzement mit gebranntem Schiefer. Weitere Zementarten sind z. B. Trasszement, Hochofenzement und Puzzolanzement.

Die Bandbreite der derzeit in Europa zugelassenen Zementarten ergibt sich aus den geltenden Normen. Als wichtige Norm für Deutschland gilt z. B. DIN EN 197-1 (2011).

Natürlich lassen sich mit solchen komplex zusammengesetzten Zementen nicht immer alle Anwendungen im Ingenieurbau realisieren, weshalb ein vertiefter Kenntnisstand zu den zementchemischen Zusammenhängen bei Planern, Ausschreibenden und Baufacharbeitern notwendig ist.

2.2 LC³ – Binder

Etwas ausführlicher soll hier auf den Ansatz, den Gehalt an Portlandzementklinker zu reduzieren, eingegangen werden, der beim **Limestone-Calcined-Clay-Cement** (LC³) gewählt wurde. Dieser Binder wurde in der Schweiz entwickelt (Boanada-Fuchs et al. 2024). Wesentlicher Bestandteil dieser Binder ist calcinierter Ton, bei dem Tongestein bei ca. 700 bis max. 800°C getempert wurde. Im Ergebnis des Calcinerungsprozesses bei Verwendung z. B. relativ reinen Kaolinit bildet sich dabei Metakaolin, ein sehr reaktives, puzzolanisches Produkt.



Die Wechselwirkungen zwischen der Kalksteinkomponente und dem calcinierten Ton sind für die Leistungsfähigkeit dieses neuartigen Bindersystems mitentscheidend. Die Zusammensetzung wird folgendermaßen angegeben (Scrivener et al. 2019):

▪ Portlandzementklinker:	50%
▪ Kalzinerter Ton:	30%
▪ Kalkstein:	15%
▪ Gips:	5%

LC³-Mischungen zeigen eine geringere Kriechnachgiebigkeit und eine Verzögerung der Schwindspannungen im Vergleich zu normalem Zement. In Bezug auf die Haltbarkeit zeigen diese Mischungen ein ausgezeichnetes Verhalten hinsichtlich der Beständigkeit gegen Chloridionen und Ausdehnung durch die Alkali-Kieselsäure-Reaktion.

LC³-Binder sind auch durch die weltweit in großen Mengen gegebene Verfügbarkeit der Tonkomponente interessant. Da der Rohstoff Ton in jeder Region der Welt als Verwitterungsrückstand von Gesteinen unterschiedliche Eigenschaften aufweisen kann, ist deren Eignung für die LC³-Produktion jeweils noch nachzuweisen. Aber prinzipiell stellt dieser Binder ein aus Rohstoffsicht unerschöpfliches Reservoir an CO₂-armen Zementen dar.

2.3 Alternative Bindemittel

2.3.1 Celitement

Die stofflichen Grundlagen und das Verfahren zur Herstellung einer Familie neuer hydraulischer Bindemittel, die Zement ersetzen sollen, wurden am Karlsruher Institut für Technologie entwickelt (Stemmermann et al. 2010). Diese beruhen auf bisher unbekannten Calciumhydrosilikaten, die nach dem Anmachen unter Bildung von Calciumsilikathydraten (C-S-H-Phasen) erhärten. Die Einsatzstoffe Quarzsand oder geeignete Silikate werden mit Branntkalk und Wasser homogenisiert und in einem Autoklaven, wie er in der Kalksandsteinindustrie üblich ist, bei 150–210°C unter sich einstellendem Satt dampfdruck zur Reaktion gebracht. Die Zusammensetzung der Ausgangsstoffe und die Reaktionsbedingungen während der Hydrothermalsynthese werden so gewählt, dass Calciumhydrosilikate entstehen, die Silanolgruppen enthalten, z. B. $\alpha\text{-Ca}_2[\text{HSiO}_4]\text{OH}$. Diese sind hydraulisch nicht aktiv, da die Silanolgruppen über Wasserstoffbrückenbindungen stabilisiert werden. Deshalb werden die Calciumhydrosilikate nach der hydrothermalen Behandlung getrocknet und mit nicht reaktiven SiO₂-haltigen Rohstoffen, wie z. B. Quarzsand oder Feldspat (gesteinsbildende Silikat-Mineralen der allgemeinen chemischen Zusammensetzung $(\text{Ba},\text{Ca},\text{Na},\text{K},\text{NH}_4)(\text{Al},\text{B},\text{Si})_4\text{O}_8$), in einer Reaktionsmahlung vermahlen. In diesem mechanoochemischen Prozess werden die Wasserstoffbrückenbindungen der gebildeten Calciumhydrosilikate zerstört, und die dann reaktiven Bruchstücke lagern sich stark ungeordnet unter Teilkondensation an die silikatischen Oberflächen des zugemahlenen Rohstoffs an. Das neu gebildete, hydraulisch aktive Calciumhydrosilikat, bildet sich auf der Oberfläche der zugemahlenen SiO₂-haltigen Rohstoffe. Durch eine geeignete Auswahl von hydrothermalem Vorprodukt und zugemahlenem Quarz oder Silikat können die technischen Eigenschaften des bei der Reaktionsmahlung entstehenden Bindemittels in weiten Bereichen variiert werden. Die neu gebildeten Calciumhydrosilikate sind amorph. Ein technologisches Schema für die Prozesssequenz dieses Produktes ist in Abbildung 2 dargestellt.

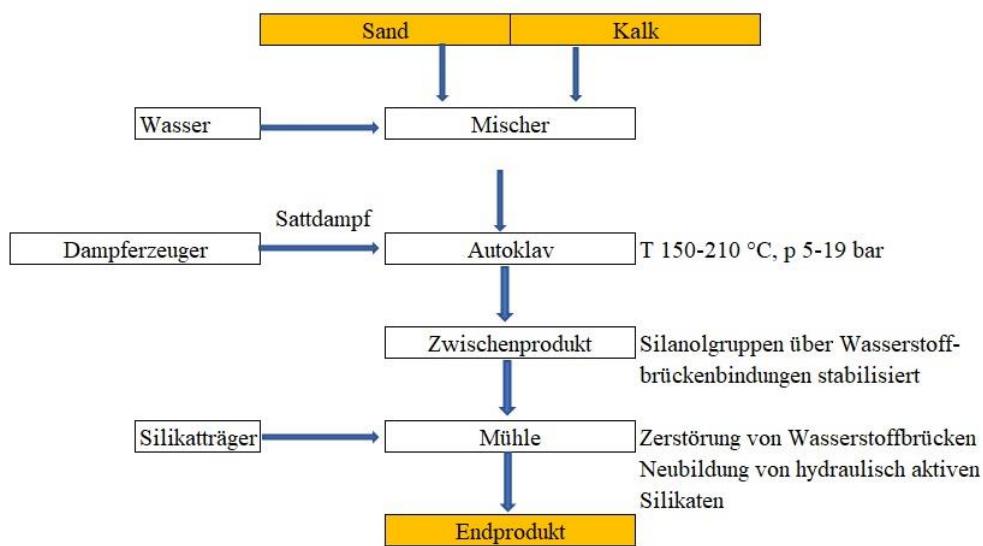


Abb. 2: Verfahrensschema zur Herstellung eines neuen mineralischen Bindemittels (eigene Darstellung nach Mertzsch 2020b).

Die Eigenschaften der so erhaltenen mineralischen Bindemittel entsprechen denen von Zementen. Das Verfahren zur Herstellung dieser mineralischen Bindemittel zeichnet sich gegenüber der Zementherstellung durch deutlich geringeren Kalkeinsatz und geringere Reaktionstemperaturen aus. Derzeit erfolgt die Herstellung eines solchen Produktes in einer Pilotanlage (*Celiment* 2025).

2.3.2 Geopolymere Bindemittel

Die Geschichte der Entwicklung der geopolymeren Binder reicht fast 100 Jahre zurück (Shi et al. 2011). So untersuchte bereits 1930 Hans Kühl (1879–1969) das Abbindeverhalten von gemahlener Schlacke unter Einwirkung von Kalilauge. 1940 veröffentlichte dann Arthur Oscar Purdon (1888–1963) eine umfangreiche Laborstudie über klinkerfreie Zemente aus Schlacke und NaOH (Purdon 1940). Im Jahr 1967 gelang Victor D. Glukhovsky (1918–1989) ein bedeutender Durchbruch bei der Entwicklung von Bindemitteln aus calciumarmen oder -freien Alumosilikaten (Ton) und alkalischen Metalllösungen. Er teilte diese Bindemittel in alkalische Bindesysteme und „Alkali-Erdalkali“-Bindesysteme ein (Glukhovsky 1967). Beginnend in den 1980er Jahren wurden fein gemahlene Gesteinsmaterialien oder andere feine Si- und Al-haltige Stoffe aufbereitet, aktiviert und z. B. als Kleberkomponente eingesetzt. Einem breiteren Kreis wurden diese Entwicklungen aber erst bekannt durch die Arbeiten von Joseph Davidovits (*1935), der sich seit 1982 intensiv mit den Möglichkeiten dieses Materials beschäftigt hat.

Mit den geopolymeren Bindern wird das Gebiet der calciumdominierten Binder verlassen, denn Geopolymere basieren auf silikatischen und aluminium- bzw. alumosilikatischen Strukturen, die unter alkalischen Bedingungen netzartig verknüpft werden. Als Ausgangsstoffe können genutzt werden:

- Calcinierte Tone (z. B. Metakaolin),
- Aschen,
- Schlacken,
- Reststoffe der Erzaufbereitung,
- Gesteinsmehle (z. B. Tuff).

Als problematisch für die weite Verbreitung von Polymerbindern kann der zukünftige Wegfall von Ausgangsstoffen, wie Aschen und Schlacken, durch Technologieumstellungen im Rahmen der Energiewende gesehen werden. Als Ersatz können tonhaltiges Aushubmaterial aus Tunnelprojekten (BBIK 2025) oder dem Bergbau (Urioste 2025) dienen. Dieses Material ist allerdings noch thermisch zu aktivieren. Es sollte auch nach Ausgangsstoffen gesucht werden, die möglichst keiner thermischen Vorbehandlung bedürfen.

Als alkalische Aktivatorlösungen können Laugen der Alkalimetalle oder Wasserglas eingesetzt werden. Für die Bildung der Geopolymere wird nachfolgender Reaktionsmechanismus angenommen (Vogt et al. 2017). Die OH-Ionen der Aktivatorlösung lösen danach zunächst die amorphen Bestandteile des reaktiven Feststoffs. Dadurch brechen die Bindungen von SiO_2 und Al_2O_3 , und es bilden sich u. a. Monomere wie Si(OH)_4 und Al(OH)_4^- . In der anschließenden Polykondensation werden dann Polymerketten gebildet, die sich weiter verlängern und vernetzen. Dabei bildet sich ein erhärtendes Alumosilikatnetzwerk. In diesem sind die $[\text{SiO}_4]^{4-}$ - und $[\text{AlO}_4]^{5-}$ -Tetraeder über die Sauerstoffatome miteinander verknüpft. Die Kationen werden in das Alumosilikatnetzwerk eingebunden, um die negative Ladung des $[\text{AlO}_4]^{5-}$ -Tetraeders auszugleichen.



Abb. 3: Vereinfachtes Grundschema zur Geopolymerherstellung (eigene Darstellung).

Um die Herausbildung der neuen Verknüpfungen zu ermöglichen, muss die Aktivatorlösung in hoher Konzentration eingesetzt werden. Da das zu Problemen der Arbeitssicherheit führen kann, bietet sich der Einsatz der Geopolymere vor allem bei der industriellen Fertigung von Bauteilen an. Zum Erreichen der Festigkeit müssen Geopolymerbinder austrocknen. Von Vorteil ist auch ihre Chemikalienresistenz. Die Geopolymerbinder sind kombinierbar mit Gesteinskörnung und anderen stabilisierend wirkenden Materialien zur Herstellung eines Geopolymermörtels bzw. -betons.

Um die Handhabbarkeit der geopolymeren Binder vergleichbar zu bisher üblicherweise verwendetem Zement zu machen, besteht auch die Möglichkeit, dass ein hochreaktiver silikatischer Feststoff und eine aluminatische, alkalihaltige Feststoffkomponente innig vermischt werden. Zur Nutzung dieser Mischung wird dann, wie bei Zement, nur noch Wasser hinzugefügt (Brigzinsky/Hünger 2017). Durch den Alkalgehalt im Feststoff können die Strukturzerstörung und die Strukturneubildung wie bei den klassischen Geopolymeren stattfinden. Das heißt, das hochalkalische Milieu stellt sich erst nach Wasserzugabe ein, ähnlich wie beim Zement. Dieses System wird als ASN-Binder bezeichnet. Die Ausgangsmaterialien werden verbraucht, und es werden wie bei Geopolymeren alumosilikatische Strukturgruppen gebildet. Mischungen zwischen den Ausgangsstoffen sind in variablen Verhältnissen möglich, wodurch es gelingt, die Baustoffeigenschaften zu steuern. Somit existieren auch in diesem Stoffsystem der Geopolymere bzw. ASN-Binder breite stoffliche Möglichkeiten zur

Herstellung. Insbesondere der Aspekt der Nachhaltigkeit wird dadurch bedient, dass überwiegend industrielle Reststoffe verwendet werden können.

Anwendung finden Geopolymer-Baustoffe u. a. als Tiefbau-Baustoffe, wie Straßenunterkonstruktionen, Verfüllbaustoffe, Flüssigboden, Ringspaltmassen und konstruktive Betonersatz-Baustoffe, wie Ziegel, Beton für Sauberkeitsschichten, Ballastierungskörper, Gartenbausteine und Innenausbau-Baustoffe (TOFFEE 2025).

2.3.3 Magnesiumoxidhaltige Bindemittel

Die Nutzung von magnesiumhaltigen Mineralien in hydraulischen Zementen ist seit langerem bekannt (TecEco History 2025).

Einen Weg zur Herstellung magnesiumhaltige Binder beschreibt das Unternehmen TecEco Pty. Ltd. aus Tasmanien (TecEco Pty. Ltd. 2025). Bei dem entwickelten Verfahren wird Magnesit ($MgCO_3$) bei Temperaturen von 600–750°C gebrannt.



Da die Brenntemperatur deutlich unterhalb der von Kalk liegt, wird beim Brennen weniger Energie benötigt. Auch die mögliche Nutzung von Elektroenergie zur Erreichung der Brenntemperaturen wird geplant.

Das erhaltene reaktive Magnesiumoxid wird dann mit Portlandzement und weiteren Materialien, wie Flugasche, zu einem Eco-Zement gemischt.

Das Magnesiumoxid im Öko-Zement wird im Beton karbonisiert. Die Karbonisierung soll zunächst schnell und gegen Ende dann langsamer erfolgen. Ein typischer Öko-Zement-Betonblock sollte innerhalb eines Jahres vollständig karbonisiert sein. Das Recycling des Betons mit Öko-Zement soll möglich sein.

Das Unternehmen plant für die Zukunft die Gewinnung von Magnesiumoxid aus dem Meerwasser. Magnesiumoxid könnte auch durch die thermische Spaltung von Magnesiumchloridhydraten gewonnen werden, die bei der Aufarbeitung von Carnallit zu Kalidüngemittel anfallen (Emons 1987). Der Zwangsanfall von Chlorwasserstoff könnte die Nutzung dieses Verfahrenswegs begrenzen.

Ein anderer Weg wird an der schweizerischen Empa (interdisziplinäres Forschungsinstitut des Bereichs für Materialwissenschaften und Technologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule) verfolgt. Dort laufen Untersuchungen auf Basis des magnesiumhaltigen Minerals Forsterit Mg_2SiO_4 , welches weltweit in Vulkangestein verbreitet ist, Magnesiumoxid zu gewinnen, welches mit Wasser und CO_2 zu einem Zement verarbeitet werden soll (Raabe 2022). Neben der Herstellung sollen auch Produktionsverfahren für den Beton erarbeitet werden. Dazu gibt es folgende Möglichkeiten:

- Härtung mit CO_2 unter erhöhtem „Gasdruck“,
- Hydratation (Härtung mit Wasser bei Umgebungsbedingungen).

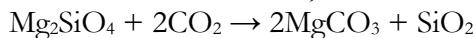
Während das erste Härtungsverfahren nur unter industriellen Bedingungen realisierbar ist, könnte die Härtung bei Umgebungsbedingungen möglicherweise auch auf der Baustelle realisierbar sein.

Über die angewandte Technologie zur Herstellung des Magnesiumoxidbinders ist bisher nichts bekannt. Möglicherweise ähnelt sie dem vom ehemaligen Unternehmen Novacem® verfolgten Weg. Nur die grundlegendsten Verfahrensschritte zur Herstellung des von Novacem® geplanten Zements sind bekannt. Nach einer Bewertung des Verfahrens durch das Karlsruher Institut für Technologie sind folgende wesentliche Verfahrensschritte anzunehmen (Achternbosch et al. 2011):

- Karbonisierung von Magnesiumsilikat im Autoklaven bei einer Temperatur von 180°C und einem Druck von bis zu 150 bar.

- Calcinierung des gebildeten Magnesiumcarbonats bei ca. 650–700°C zu MgO; das freigesetzte CO₂ wird abgeschieden und zur Karbonisierung des Magnesiumsilikates eingesetzt.

Die chemischen Reaktionen, die dabei ablaufen sind:



und



Die Entwicklungen zum Novacem®-Verfahren wurden 2012 eingestellt (Ruppert et al. 2020).

2.4 Kalk-Bindemittel

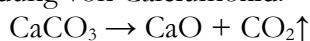
Kalk wurde als Bindemittel bereits in der Antike verarbeitet (Schneider 1997). Heutzutage wird Kalk im Bauwesen hauptsächlich in Mauer- und Putzmörteln eingesetzt.

Wesentliche Unterschiede bestehen zwischen Luftkalken, die durch Brennen von Kalkstein (CaCO₃) oder Dolomitstein (CaMg[CO₃]₂) entstehen und nur an der Luft erhärten, und hydraulischen Kalken, die aus Kalkmergel mit einem deutlichen Tongehalt gebrannt werden. Die Herstellung des Bindemittels Kalk aus den Rohstoffen läuft prinzipiell entsprechend Schema ab (Abb. 4):



Abb. 4: Schema der Kalkherstellung (eigene Darstellung).

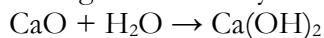
Zur Herstellung des Kalks wird der aus dem Steinbruch angelieferte Rohstoff entsprechend der Anforderungen zerkleinert und klassiert. In Schacht- oder Drehrohröfen wird das Material dann bei Temperaturen zwischen 900°C und 1200°C kalziniert. Aus chemischer Sicht erfolgt dabei als Hauptreaktion die Abspaltung des CO₂ aus dem Calciumcarbonat unter Bildung von Calciumoxid.



Diese Reaktion ist für den Hauptteil der Emissionen der Kalkindustrie verantwortlich, derzeit ca. 67% (BVK 2020), und lässt sich nicht vermeiden. Wird Dolomitstein eingesetzt, wird das darin enthaltene Magnesiumcarbonat in gleicherweise gespalten.



Beim Einsatz von Kalkmergel als Rohstoff mit bis zu 35% Tonanteil bilden sich dann zusätzlich zum Calciumoxid analog der Zementherstellung Klinkermaterialien aus. Zur Vorbereitung der Weiterverarbeitung wird der gebrannte Kalk teilweise bereits industriell durch Wasserzugabe zu Kalkhydrat umgesetzt, welches als Pulver abgegeben wird.



Um bei der Produktion von Kalk bis 2045 die Minderungsziele für CO₂ zu erreichen, sind laut BVK u. a. folgende technologische Änderungen möglich:

- Effizienzsteigerung durch Optimierung der Ofentechnik;
- Elektrifizierung kleinerer Öfen, Teilelektrifizierung einzelner Ofenbereiche;
- Brennstoffwechsel zu Bioenergie, alternativen Brennstoffen und H₂;
- CCS – CO₂-Separation durch Abscheidung und Speicherung;
- CCU – CO₂-Abscheidung und Weiterverwendung z. B. in langlebigen Kunststoffen;
- BECCS – Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung, erste negative Emissionen.

Des Weiteren rechnet man bei der Kalkindustrie die natürliche CO₂-Wiederaufnahme der Kalkprodukte in ihrem Lebenszyklus ebenfalls zum Minderungspotential für CO₂. Darüber hinaus wird die Möglichkeit gesehen, die Karbonatisierung gezielt zu verstärken.

3. Verbundbaustoffe

3.1 Beton

Der Baustoff Beton spielt im Bauwesen nach wie vor eine zentrale Rolle. Auf die Probleme, die damit verbunden sind, ging Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller, Ehrenpräsident der *International Federation for Structural Concrete*, in einem Beitrag zum Thema „Bauen mit Beton neu denken“ ein (Müller 2021). Danach wird in den nächsten 20 Jahren mit einem Zuwachs bei der Betonnutzung von 300% ausgegangen. Zu den Problemen der CO₂-Emissionen bei der Zementherstellung kommen Probleme durch die Verknappung wesentlicher Betonausgangsstoffe, insbesondere der Gesteinskomponente Sand. Auf Basis dieser Herausforderungen und Probleme leitete er mögliche Richtungen für eine nachhaltige Nutzung von Beton ab. Diese sind:

- Steigerung der Betonfestigkeit zur Absenkung des Massenverbrauches;
- Austausch der Bewehrung aus Stahl durch festeres und leichteres Carbon und damit Reduzierung der Menge an Beton durch Reduzierung der Betonüberdeckung;
- Anwendung des sogenannten Gradientenbetons, d.h. Beton nur dort, wo er für die Konstruktion und die Funktionalität in den geforderten Eigenschaften benötigt wird (außen Beton, innen hohl oder porig nach dem Knochenprinzip);
- verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Betonbauteilen, verbunden mit innovativen Erhaltungs- und Verstärkungsmethoden;
- breitere Nutzung von Recyclingbeton;
- Anwendung moderner Fertigungsmethoden, wie z. B. dem 3D-Druck;
- Einsatz klinkerreduzierter Zemente bzw. Absenkung des Bindemittelgehaltes von Betonen;
- Einsatz innovativer Betonzuschlagstoffe.

Es sollen einige wenige Beispiele im Folgenden näher erläutert werden.

- Carbonbeton

Stahlbeton ist einer der am häufigsten verwendeten Baustoffe weltweit. Ein wesentlicher Nachteil von Stahlbeton ist jedoch die Korrosionsanfälligkeit der eingesetzten Bewehrung, die sich derzeit in der Sperrung vieler Brücken in Deutschland widerspiegelt. Um Stahlkorrosion zu verhindern, ist – je nach Anwendungsfall – eine ausreichend starke Betonüberdeckung notwendig. Um diese Nachteile zu überwinden, wird in Carbonbeton als Ersatz der Stahlbewehrung eine Bewehrung aus Carbonfasern in Form von Gelegen oder Stäben genutzt, bei der die Betonüberdeckung deutlich verringert werden kann (Jansen 2021). Als Beton wird ein Feinbeton eingesetzt. In dieser Kombination ist gegenüber Stahlbeton auch eine größere Formenvielfalt möglich (Abb. 5). Dadurch kann leichter und weniger materialintensiv gebaut werden, was zu einer deutlichen Verringerung der CO₂-Belastung durch das

Bauwesen führt. Das betrifft z. B. die Bereiche Rohstoffgewinnung, Zement- und Stahlindustrie und den Transport.



Abb. 5: Das Carbonbetongebäude Carbon Concrete Cube (CCC) der Technischen Universität (TU) Dresden (Quelle *Wikimedia* 2022).

Eine Trennung der Fasern vom Beton beim Recycling des Carbonbetons soll möglich sein (Kortmann 2019). Eine Gesundheitsgefährdung durch Carbonfasern soll dabei nicht erfolgen. Der Einsatz von Carbonbeton ist nur vertretbar, wenn die gesundheitliche Unbedenklichkeit nachgewiesen und die Frage der Entsorgung geklärt ist (LAGA 2019). Weitere Untersuchungen sollen das nachweisen.

- Biokohlehaltiger Beton

Ein neuer Ansatz zum Ausgleich der Treibhausgasemissionen von Zement und Beton basiert auf der Einarbeitung von Biokohle in Beton. Damit kann Beton zu einer Kohlenstoffsenke werden. Ausgangspunkt für die Biokohle, die durch Pyrolyseverfahren hergestellt wird, sollten organische Abfälle, wie unverarbeitbare Holzreste, Abfälle aus der Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie, sowie Gülle und Klärschlamm sein. Die Biokohle wird bei der Betonherstellung verwendet, um einen Teil der Zuschlagstoffe in Beton zu ersetzen (Wyrzykowski et al. 2024). Einsetzbar ist der auf diese Weise modifizierte Beton für Tragende Wände in Wohn- und Gewerbeimmobilien. Darüber hinaus ist ein mit Biokohle versetzter Beton auch im Garten-Landschaftsbau (Pflasterflächen, Blockstufen usw.) und für Fundamente, Bodenplatten problemlos einsetzbar.

Um Problemen, die durch die hohe Wasseraufnahme der Biokohle und das Stauben des Materials entstehen können, zu begegnen, wurde eine Technologie entwickelt, bei der die Biokohle in einem Kaltbindeverfahren in einen Leichtzuschlagstoff umgewandelt (Vaupel 2023) wird. Dazu wird die Biokohle mit Wasser und hydraulischem Bindemittel pelletiert. Die Pellets härten durch Hydratation aus. Diese kohlenstoffreichen Leichtzuschlagstoffe sollen einfacher zu handhaben sein als die ursprüngliche Biokohle.

Der mit diesem Leichtzuschlagstoff erhaltene Beton besitzt eine mechanische Leistung, die für typische strukturelle Anwendungen in Gebäuden ausreicht. Um die dunkle Farbgebung des CO₂-neutralen Betons mit Biokohle zu vermeiden, welche zur Aufheizung städtischer Gebiete beitragen kann, sind auch zweischichtige Fertigteile in der Entwicklung, deren äußere Schicht aus hellem Beton besteht, dargestellt in Abbildung 6 (BNB 2024).



Abb. 6: Erste Prototypen mit ecoLocked Carbonbeton mit gespritzter Außenschicht.
©Beton- und Naturstein Babelsberg GmbH.

- Holzbeton

Um anorganische Baustoffe als Kohlenstoffsenke zu nutzen, stellt sich dann die Frage, ob zumindest bei der Nutzung von Holzresten die Herstellung von Holzbeton nicht eine stärkere Kohlenstoffsenke gegenüber biokohlehaltigem Beton wäre, da hier die gesamte Biomasse über Jahrzehnte gebunden wird. Im Rahmen späterer Recyclingmaßnahmen könnte die Biomasse dann, wenn sich der CO₂-Gehalt der Atmosphäre verringert hat, immer noch in Holzkohle umgewandelt werden, um dann weiter in der Bauwirtschaft genutzt zu werden.

Holzbeton ist ein Baustoff, der Anfang des 20. Jahrhunderts von August Vogel für den Gartenbau entwickelt wurde (*Holzbeton* 2025). Er ist zwar kein rein anorganischer Baustoff, da er aber in gewisser Hinsicht in einer Verwandtschaft mit biokohlehaltigem Beton gesehen werden kann, soll er hier angeführt werden. Um 1950 entstandene Einfamilienhäuser aus Holzbetonsteinen sind auch heute noch in einem guten Zustand und weisen bei einer Außenwandstärke von 16 cm einen geringen Energieverbrauch auf.

In der DDR entstanden Anfang der 1970er Jahre eingeschossige Eigenheime aus Holzbeton nach einem Typenprojekt. Dafür wurden Handmontageplatten aus mechanisch und thermisch aufgeschlossenen Spänen von Holz und Rindenabfällen, die mit Eisenportlandzement (bestehend aus 70% Portlandzement und 30% Hochofenschlacke) unter Zugabe von Abbinderegulern (Calciumchloridlauge und Natronwasserglas) genutzt (*Typ HB4* 2025; *TGL*

Holzbeton 1975). Der besondere Vorteil von Holzbeton liegt in dessen hoher Wärme- und Trittschalldämmung sowie in der leichten Bearbeitbarkeit.

Hinsichtlich eines kostengünstigen und ökologischen Bauens sollte Holzbeton auch heute in Betracht gezogen werden. Als Beispiel, dass sich damit Passivhäuser errichten lassen können, kann das *green:house* der Bauhaus Universität in Weimar dienen (*Holzbeton* 2011). Auch in Österreich und der Schweiz beschäftigt man sich mit diesem Baustoff (*Holzbeton in Österreich* 2025; SNF 2017).

Ein ähnliches Produkt ist Hanfbeton. Dieser wird aus Hanfgarnen, Kalk und Wasser hergestellt. Dieses Verbundmaterial verfügt über viele vorteilhafte Eigenschaften, wie niedrige Kosten, leichte Verfügbarkeit, gute Wärme- und Schalldämmung. Da das Produkt keinen negativen Einfluss auf den CO₂-Fußabdruck der Produktion hat, ist es nachhaltig (Kore/Sudarsan 2021).

Denkbar ist auch der Einsatz von weiteren biogenen Reststoffen, die kaum einer anderen Verwertung zugeführt werden können, z. B. Maniokschalen. Für Letztere wurde bereits die Nutzung von Stärkeresten und der Asche zur Betonherstellung entwickelt (BAM 2024).

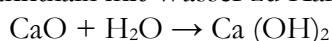
3.2 Kalksandstein

Kalksandstein ist ein Mauerstein aus Sand und Kalksilikathydraten als Bindemittel. Ein erstes Patent zur Dampfhärtung von Kalkmörtel-Mauersteinen wurde im Jahre 1880 in Berlin an Wilhelm Michaëlis (1840–1911) erteilt. Durch die Einführung mechanischer Pressen wird das Jahr 1894 als die Geburtsstunde der Kalksandsteinindustrie angesehen (*Kalksandstein* 2025).

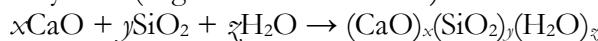
Die Dampfhärtung kann als hydrothermaler Prozess aufgefasst werden. Eine umfassende Definition für hydrothermale Prozesse gibt Schlegel (Schlegel 1982). Danach können darunter chemische und physikalische Vorgänge, die an festen Stoffen und in fluiden Medien unter hydrothermalen, feuchtwarmen Bedingungen ablaufen, verstanden werden. Im technischen Sprachgebrauch ist der Begriff hydrothermal dann im Allgemeinen mit Prozessen verbunden, die bei Temperaturen von über 100°C ablaufen.

Der Kontakt des Feststoffs mit dem Wasser kann dabei über den Direktkontakt mit der flüssigen Phase oder mit den Wassermolekülen der Gasphase, dann über Sorptionsprozesse, erfolgen. Aus physikalisch-chemischer Sicht ist von vorrangiger Bedeutung, dass die Reaktionsgeschwindigkeit mit der Temperaturerhöhung ansteigt. Der sich einstellende Druck ist von untergeordneter Bedeutung. Durch die mit steigender Temperatur deutlich abnehmende Oberflächenspannung von Wasser kann die Feststoffoberfläche besser benetzt werden, wodurch die Wechselwirkung von Wasser und Feststoffoberfläche erleichtert wird. Verfahrenstechnisch lassen sich hydrothermale Prozesse wegen der in weiten Grenzen einstellbaren Stoff- und Wärmeübergänge energetisch günstiger realisieren als Hochtemperaturprozesse. Technisch werden sie üblicherweise als Batch-Prozesse durchgeführt. Grund dafür ist, dass das Ausschleusen der gebildeten/behandelten Feststoffe aus dem Druckbehälter unter Beibehaltung der Reaktionsbedingungen deutlich aufwändiger wäre als eine Druckabsenkung und Öffnung des Druckbehälters.

Kalksandsteine werden aus den Rohstoffen Branntkalk (CaO) und Quarzsand (SiO₂) hergestellt. Um Kalksandsteine mit hoher Rohdichte und somit hoher Schalldämmung zu erhalten, können Gesteinskörnungen mit hoher Dichte zugegeben werden. Ein technologisches Schema für die Herstellung von Sand-Kalk-Ziegeln ist in Abbildung 6 dargestellt. Zur Herstellung werden die Rohstoffe Branntkalk (7 bis 15 %) und Quarzsand (85 bis 93 %) intensiv vermischt und in einem Reaktor mit Wasser versetzt (Büttner et al. 2018). Dabei wird der Branntkalk mit Wasser zu Kalkhydrat (Calciumhydroxid) umgewandelt.



Anschließend wird für das Gemisch die nötige Pressfeuchte eingestellt. Aus dem Gemisch werden dann Steinrohlinge mittels hydraulischer Pressen erzeugt. Die Rohlinge werden auf Transportwagen gestapelt und anschließend in einen beiderseits zu öffnenden Autoklaven gefahren. In diesem werden die Rohlinge bei einem Sattdampfdruck von 1,4–1,5 MPa (14–15 bar) und einer entsprechenden Temperatur von bis zu ca. 200°C über einen Zeitraum von 4 bis 8 Stunden gehärtet. Dabei reagiert der Wasserdampf mit der Oberfläche der Quarz-sandkörner zu Kieselsäure, die dann mit dem vorhandenen Kalkhydrat wasserfeste Calcium-silikathydrate (abgekürzt CSH-Phasen) bildet. Die allgemeine Reaktionsgleichung lautet:



Dabei wird ausgenutzt, dass die Löslichkeit von Kalk mit steigender Temperatur abnimmt, aber die Löslichkeit von Quarz zunimmt (Middendorf/Eden 2011). Durch das Aufwachsen der CSH-Phasen auf die Sandkörner und deren feste Verzahnung untereinander bilden sich die festen Strukturen der Kalksandsteine.

Eine Anlage zur Herstellung von Kalksandsteinen besteht aus mehreren parallelgeschalteten Autoklaven und einer Dampferzeugungsanlage (Abb. 7). In der Dampferzeugeranlage wird Sattdampf ohne Überhitzung erzeugt, der in den aufzuheizenden Autoklaven eingespeist wird, um die hydrothermalen Reaktionsbedingungen zu erreichen. Anfallendes Kondensat wird aufgefangen, der Mischanlage als Anmachwasser wieder zugeführt, oder nach ausreichender Aufbereitung auch in den Dampferzeuger zurückgeführt. Weiterhin wird zur effektiven Energieausnutzung Wasserdampf aus einem abzukühlenden Autoklaven, in dem die hydrothermale Erhärtung des Kalksandsteins beendet wurde, entnommen und in den aufzuheizenden Autoklaven überführt. Um in der Zeit der hydrothermalen Erhärtung des Kalksandsteins die vorgegebenen Temperatur- und Druckverhältnisse aufrechtzuerhalten, wird periodisch Sattdampf in den Autoklaven eingespeist.

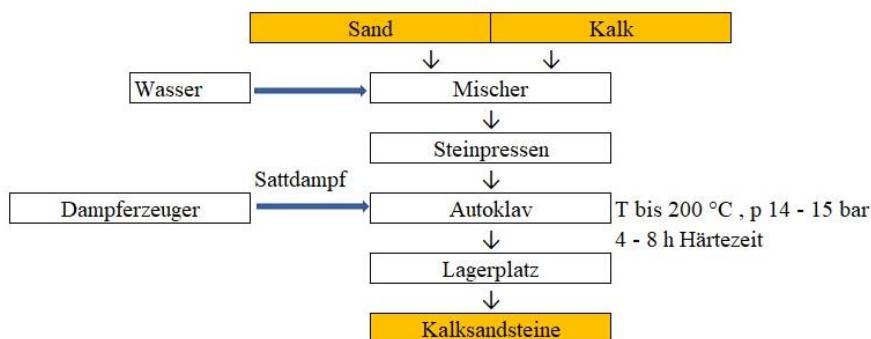


Abb. 7: Wesentliche Arbeitsstationen bei der Herstellung von Kalksandsteinen (eigene Darstellung nach Mertzsch 2020b).

Die erzeugten Kalksandsteine werden für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk, überwiegend für die Erstellung von Außen- und Innenwänden, sowie von Kellerwänden verwendet. Neben den üblichen Kalksandsteinformaten werden auch Planelemente angeboten. Diese werden heutzutage als kompletter Wandbausatz – inklusive aller Passelemente – zusammen mit EDV-Versetzplänen auf die Baustelle geliefert.

Auch bei der Herstellung von Kalksandsteinen sind die anfallenden CO₂-Emissionen deutlich zu verringern. So wird gemäß der *Roadmap für eine treibhausgasneutrale Kalksandsteinindustrie in Deutschland* (Geres et al. 2021a) angestrebt, bis 2045 den Einsatz von Kalk auf 5% zu reduzieren (bei jetzt 7%). Darüber hinaus sind die Dampferzeuger zu elektrifizieren oder auf Wasserstofffeuerung umzustellen und Wärmespeicher in den Produktionsablauf zu

integrieren. Auch der Emissionsfaktor von Kalk ist durch Maßnahmen in den entsprechenden Anlagen auf 0 zu reduzieren.

Als Variante der Kalksandsteine kann dichter Silikatbeton gelten (Röbert 1988a). Bei diesem wird Branntkalk mit Quarzsand zu einem Kalk-Sand-Binder vermahlen. Dieser wird mit Quarzsand unter Wasserzugabe gemischt und in Formen verdichtet. Die Härtung im Autoklav erfolgt analog der Herstellung von Kalksandsteinen.

3.3 Porenbeton

Die historische Entwicklung von Porenbeton begann im 19. Jahrhundert. Laborversuche des schwedischen Architekten Axel Erikson (1888–1961) in den Jahren 1918 bis 1923 führten zu einem patentierten Verfahren. Im Jahr 1929 startete im schwedischen Yxhult die Produktion (Flassenberg et al. 2018).

Ein vereinfachtes Schema der Porenbetonherstellung ist in Abbildung 8 dargestellt.

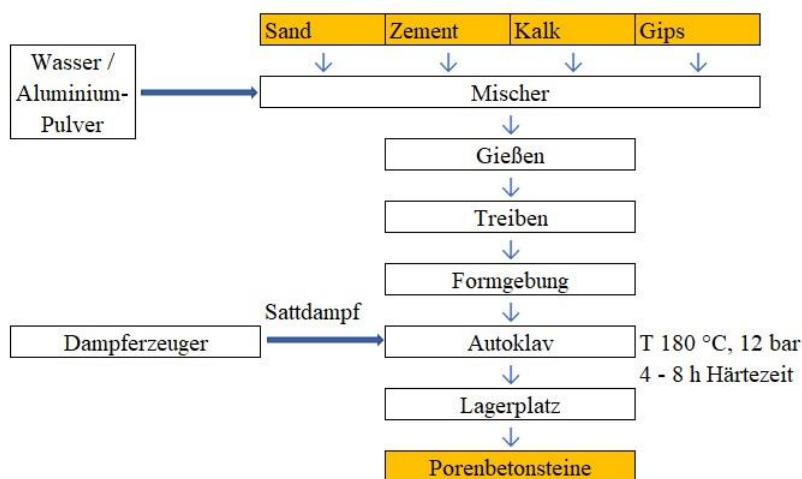
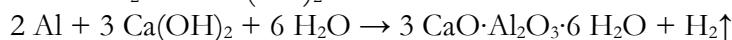
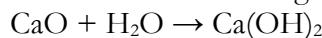
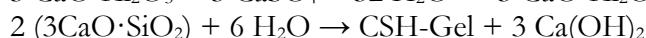
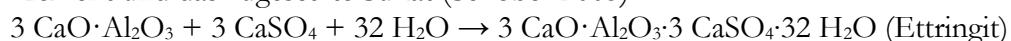


Abb. 8: Wesentlich Arbeitsstationen bei der Herstellung von Porenbeton (eigene Darstellung).

Porenbeton besteht hauptsächlich aus den Rohstoffen Sand, Zement, Kalk und Wasser. Der Rohstoffmischung kann bis zu 5% Sulfat als Gips oder Anhydrit zugesetzt werden (Kreft 2017). Nach dem Mahlen des Sandes werden die Rohstoffe unter Zusatz von Wasser und Aluminiumpulver gemischt und anschließend in eine Wanne (Form) gegossen, die mit einer Bewehrung versehen werden kann. Durch den Wasserzusatz bildet sich aus dem Calciumoxid Calciumhydroxid (Portlandite) In der alkalischen Mörtelsuspension reagiert das Aluminium mit Wasser und Calciumhydroxid unter Bildung von Wasserstoff, wobei die Suspension unter Porenbildung aufschäumt.



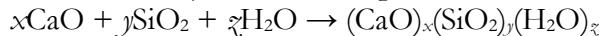
Weitere wichtige Reaktionen, die bei der Verfestigung der Blöcke ablaufen, beziehen sich auf den Zement und das zugesetzte Sulfat (Schober 2005):



Auch die weiteren Bestandteile des Zements nehmen an Reaktionen teil, worauf hier nicht weiter eingegangen werden soll.

Nach Erreichung des Endvolumens und einer gewissen Verfestigung werden aus den Blöcken die späteren Steinformen herausgearbeitet. Auch hier werden die Rohlinge in einen Autoklaven eingebracht und bei einem Sattdampfdruck von 1,2 MPa (12 bar) und einer

entsprechenden Temperatur von bis zu 180°C über einen Zeitraum von 4 bis 8 Stunden in einem Autoklaven gehärtet (Abb. 9). Dabei reagiert, wie bei der Herstellung von Kalksandstein, der Wasserdampf im Autoklaven mit der Oberfläche der Quarzsandkörner zu Kiesel-säure, die dann mit dem vorhandenen Kalkhydrat wasserfeste Calciumsilikathydrate (abgekürzt CSH-Phasen) bildet. Die allgemeine Reaktionsgleichung lautet auch hier:



Durch das epitaktische Wachstum der CSH-Phasen auf den Sandkörnern und deren enge Verzahnung entstehen die festen Strukturen des Porenbetons, wodurch auch die Poren stabilisiert werden. Nach dem Härten des Porenbetons im Autoklaven, welches technologisch identisch mit dem Härten von Sandkalksteinen ist, besteht der Porenbeton aus mineralogischer Sicht hauptsächlich aus kristallinem Calciumsilikathydrat (Tobermorit), röntgenamorphen CSH-Phasen, Hydrogranat, noch nicht reagiertem Quarz sowie dem Sulfaträger.



Abb. 9: Porenbetonsteine nach der Härtung im geöffneten Autoklaven (Quelle: Baustoffwerke Havelland © Andreas Herz).

Um in Zukunft Klimaneutralität bei der Herstellung von Porenbeton zu erreichen, sind die anfallenden CO₂-Emissionen deutlich zu verringern. So wird gemäß der *Roadmap Porenbeton-industrie. Weg zu einer treibhausgasneutralen Porenbetonindustrie in Deutschland [2045]* (Kreft/Lieback 2022) angestrebt, bis 2045 auch die Dampferzeuger zu elektrifizieren und Wärmespeicher in den Produktionsablauf zu integrieren. Durch den Auf- und Ausbau von Maßnahmen zur Kreislaufwirtschaft könnten sich bis zu 20% an Primärrohstoffen – darunter auch die Bindemittel Kalk und Zement – einsparen lassen. Vielleicht lässt sich der Zement in Zukunft auch durch ein anderes Bindemittel, z. B. Celiment, ersetzen.

4. Weitere Baustoffe

4.1 Ziegel

Die Möglichkeit der Nutzung von gebrannten Ziegeln ist bereits seit einigen Jahrtausenden bekannt. Als Beispiel sei das Ishtar-Tor, eines der Stadttore von Babylon, aus der Zeit von Nebukadnezar II. (605–562 v. Chr.) erwähnt. Auch die Städte Europas werden seit Jahrhunderten durch Bauwerke aus Dach- und Mauerziegeln dank ihrer Langlebigkeit geprägt.

Heute lässt sich die Ziegelbranche in die Bereiche Hintermauer-, Vormauer- und Dachziegel unterteilen. Dem Bereich Vormauerziegel sind auch Produkte wie Pflasterklinker zuzuordnen. Bei aller Unterschiedlichkeit bei der Anwendung der Ziegel sind die grundlegenden Prozesse der Herstellung ähnlich, so dass eine gemeinsame Betrachtung möglich ist. Das Prinzip der Herstellung der Ziegel ist in Abbildung 10 dargestellt.

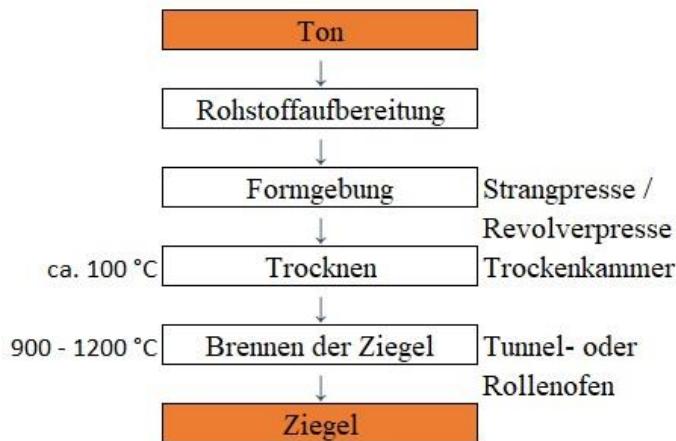


Abb. 10: Schema der Ziegelherstellung (eigene Darstellung).

Das Ausgangsmaterial zur Herstellung von Ziegeln besteht aus sehr feinkörnigen Rohstoffen, die im weitesten Sinn als tonige Gesteine anzusprechen sind (Speetzen 1990). Es werden nicht verfestigte Tone und Lehme, aber auch festes Tongestein genutzt. Mineralogisch sind in den Tonen im Wesentlichen die Tonminerale Kaolinit, Illit, Montmorillonit und Chlorit vertreten (Schachtschabel et al. 1992). Hinzu kommen Quarz, Glimmer, Feldspat und gegebenenfalls Karbonate.

Für die Ziegelherstellung wesentlich sind dabei die Minerale Kaolinit, Illit und Quarz. Dabei ist das Mineral Illit verantwortlich für die notwendige Plastizität bei der Aufbereitung und Verarbeitung des Rohstoffs. Der Kaolinit im Ton sorgt für ein gutes Brennverhalten, während der Quarz als Füllstoff und Stabilisator von Bedeutung ist. Montmorillonit hat für die Bildsamkeit Bedeutung, erfordert aber eine große Anmachwassermenge, welche sich allerdings negativ auf das Trocknungs- und Brennverhalten und auf den Energieaufwand auswirkt.

Zur Herstellung der Ziegel wird zunächst das angelieferte Ausgangsmaterial zerkleinert und unter Wasserzusatz homogenisiert. Die Ziegel werden dann unter Einsatz von Strangpressen oder Revolverpressen (Dachziegel) geformt und anschließend in Kammer- oder Tunnelrohren unter Ausnutzung der heißen Ofenabgase getrocknet. Dabei erfolgt eine Schwindung der Ziegel.

Das Brennen der Ziegel erfolgt anschließend in Tunnel- oder Rollenöfen, die bei Temperaturen von 800 – 1200°C betrieben werden. Dabei werden zunächst Haft- und Kristallwasser, sowie gasförmige Komponenten, z. B. aus Porosierungsmitteln, ausgetrieben. Dabei

kommt es zu einer weiteren Schwindung. Im weiteren Brennvorgang bilden sich bei der Sinterung durch physikalische und chemische Prozesse neue Mineralphasen und glasartige Verbindungen. Dabei verfestigen sich die Ziegel und werden gegen chemische und mechanische Angriffe weitgehend beständig. Wesentliche Einflüsse auf das Endprodukt, den gebrannten Ziegel, haben:

- die Aufheizgeschwindigkeit,
- die Brenntemperatur,
- die Verweildauer im Hochtemperaturbereich,
- die Ofenatmosphäre,
- die Mineralzusammensetzung,
- die Korngrößenverteilung.

Um bis 2050 klimaneutral zu werden, sind in einer Studie im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Ziegelindustrie e. V. (Geres et al. 2021b) folgende notwendige Maßnahmen aufgeführt:

- Entkopplung des Ofen-Trockner-Verbunds,
- Einsatz von Hochtemperaturwärmepumpen,
- wasserstoffbefeuerte Öfen bzw. elektrische Öfen,
- Einsatz biogener Porosierungsmittel.

Dazu kommen weitere Maßnahmen zur Reduktion des Energieeinsatzes bzw. des Materialbedarfs. Darüber hinaus wird als Möglichkeit zur vollständigen Reduktion der Prozessemissionen der Einsatz kalkfreier Tone gesehen.

Nicht unerwähnt bleiben soll das für die Ziegelherstellung entwickelte Hydratverfahren (hydrothermale Verfestigung), welches seit 1990 scheinbar nicht mehr genutzt wird. Als Vorteile wurden damals angegeben:

- Verwendung minderwertiger, kalkreicher Tone;
- Erzielung höherer Festigkeiten;
- Schnellbrand, Brenntemperatur um 775 °C;
- Verringerung des spezifischen Energieaufwandes;
- Verbesserung der Maßhaltigkeit.

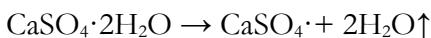
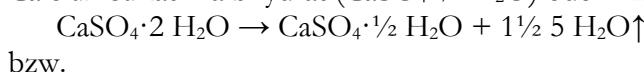
Das hydrothermale Brennen erfolgte bei diesem Verfahren in gasdicht abgeschlossenen Brennräumen. Die Steuerung des Wasserdampfpartialdruckes während der Dehydroxylation der Tonminerale verringert die Bildung von Calciumoxid und ermöglicht die Modifizierung der Gebrauchseigenschaften (Röbert 1988b).

4.2 Gips

Gips ist ein sehr alter Baustoff, der bereits in der Jungsteinzeit genutzt wurde (Gips 2025). Heute wird Gips hauptsächlich für Zwischenwände in Gebäuden (Gipswandbauplatten), für den Trockenbau (Gipskartonplatten) sowie für Putze, Spachtelmassen und Trockenestriche genutzt. Hauptsächliche Quellen für die Herstellung von Gipsplatten sind derzeit:

- Durch Bergbau abgebauter Naturgips bzw. Gipsstein (< 50 %);
- REA-Gips, der bei der Rauchgasreinigung in Kohlekraftwerken entsteht (> 50 %);
- Recyclinggips (< 5 %) (LAGA 2022).

Wird von Gipsstein als Rohstoff ausgegangen, ist dieser teilweise oder ganz thermisch zu Calciumsulfat-Halhydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) oder Anhydrit (CaSO_4) zu entwässern:



Die Entwässerung zum Halbhydrat erfolgt in Autoklavenanlagen oder Drehrohröfen bei Temperaturen von 100–180 °C. Bei höheren Temperaturen, bis maximal 900 °C, wird Anhydrit in Rostbrandöfen in unterschiedlichen Formen hergestellt (*GIPS-Datenbuch* 2013).

REA-Gips wird aus dem ausgewaschenen Schwefeldioxid der Abgase von Kohlekraftwerken mit Calciumoxid- oder Calciumcarbonatsuspensionen in Gegenwart von Sauerstoff gewonnen. Er ist mit Naturgips identisch. Durch das Auslaufen der Elektroenergieerzeugung aus Kohle bis 2038 entfällt mit REA-Gips eine wesentliche Rohstoffquelle. Um das auszugleichen, wäre der Bergbau auf Gips stark auszuweiten oder die Recyclingquote stark anzuheben.

Um das Gips-Recycling zu ermöglichen, sind Gipsabfälle getrennt vom übrigen Bau- schutt zu sammeln. Für die Aufbereitung von Gipsplatten stehen trockenmechanische Aufbereitungsanlagen zur Verfügung (*LAGA* 2022). Das so aufbereitete Recyclingmaterial kann bei Einhaltung der Qualitätsparameter wieder den Produktstatus erlangen. Bis zu 30% Recyclinggips können beim Herstellungsprozess von Gipsplatten eingesetzt werden.

Um den Bergbau auf Gips nicht zu stark ausweiten zu müssen, wird die Notwendigkeit der Substitution von Gipsbaustoffen durch andere Baustoffe gesehen (*LAGRE* 2022). Dazu zählen Lehm- bauplatten, Holzfaserdämmplatten/Holzweichfaserplatten/Weichholzfaserplatten, Spanplatten und Strohplatten.

4.3 Lehm

Lehm ist eine Mischung aus Sand, Schluff und Ton. Er entsteht durch Verwitterung von Fest- und Lockergesteinen oder eine unsortierte Ablagerung der Bestandteile. Da Lehm weit verbreitet und leicht verfügbar ist, ist er einer der ältesten Baustoffe. Seit Anfang der 1980er Jahre wird Lehm auch in Industrieländern als umweltfreundlicher und gesunder Baustoff wieder vermehrt eingesetzt.

Da Bauteile aus Lehm im Gegensatz zu Ziegeln nicht gebrannt werden müssen, fällt die CO₂-Bilanz von Lehm als Baustoff im Bauwesen entsprechend gut aus (*BAM* 2025). Lehm erfüllt ausgezeichnet ökologische und baubiologische Anforderungen und ist beliebig wieder verwertbar (*Lehmbau* 2025). Damit letzteres problemlos gelingt, ist bei der Verbindung mit anderen Baustoffen auf eine lösbare Verbindung zu achten. Neben der Nutzung von Steinformaten ist auch der Einsatz von industriell vorgefertigten Bauteilen möglich.

Problematisch ist, dass beim Lehm-bau die Arbeiten bei starkem Regen auszusetzen sind und die verbauten Teile vor Wasser geschützt werden müssen. Da Lehm nicht feuchtigkeits- resistent ist und dauerhaft einwirkende Feuchtigkeit die Festigkeit drastisch reduziert, werden verschiedene Ansätze geprüft, um dieses Problem zu lösen. Zum einen gibt es die Idee, dem Lehm Materialien mit gleicher Grundstruktur zuzusetzen. Die besten Ergebnisse werden dabei mit Geopolymer-basierten Materialien als Zusatz erzielt. Das basiert darauf, dass sowohl der Lehm als auch das Geopolymer beim Aushärten Aluminiumsilikatstrukturen bilden (*Hünger/Kurth* 2020). Nach einem anderen Ansatz sollen Lehm- baustoffe mit Magnesiu- umoxid stabilisiert werden (*Six* 2023).

4.4 Schaumglas

Ein weiterer anorganischer Baustoff, der besonders unter dem Aspekt des Klimawandels als Wärmedämmstoff Bedeutung besitzt, ist Schaumglas. Die Entwicklung von Schaumglas begann in den 1930er Jahren in Frankreich und in der Sowjetunion (*Foam glass* 2025).

Hergestellt wird Schaumglas durch Erhitzen einer Mischung aus zerkleinertem oder granulierte-rem Glas und einem Treibmittel, wie Kohlenstoff oder Karbonaten. Nahe dem Schmelzpunkt des Glases setzt das Treibmittel Gas frei, das zum Aufschäumen des Glases führt. Nach dem Abkühlen härtet die Mischung zu einem festen Material aus, dessen

Volumen aus gasgefüllten, geschlossenzelligen Poren besteht. Das Porenvolumen beträgt ca. 95% (Petzold 1981). Der Anteil recyceltes Glas kann bis zu 98% bei Schaumglasschotter betragen (ECOGLAS-SCHAUMGLASPRODUKTE 2025).

Ein großer Vorteil von Schaumglas ist, dass das Material vollständig recycelbar ist. Dadurch besitzt Schaumglas eine sehr gute Umweltbilanz. Schaumglas ist feuerfest, wasserdicht, ungiftig, korrosionsbeständig, alterungsbeständig und isolierend. Es ist ein stabiles Dämm- und Schalldämmmaterial für Außenwände und Dächer von Gebäuden und kann Dämmmaterial auf Basis fossilen Kohlenstoffs ersetzen. Es hat einen Betriebstemperaturbereich von –200 bis 450 °C. Durch Änderung der Betriebsparameter kann auch Schaumglas mit offenen Poren hergestellt werden, welches Schall absorbiert und als Schalldämmmaterial verwendet wird.

Um die CO₂-Bilanz der Herstellung deutlich zu verbessern, wird es nötig sein, die Energie zur Erwärmung des Materials nicht durch fossile Brennstoffe bereitzustellen, sondern auf wasserstoffbeheizte Öfen oder Elektroöfen umzustellen. Des Weiteren sind Treibmittel zum Aufschäumen der Glasmasse zu entwickeln, die kein CO₂ freisetzen.

4.5 Mikrohohlgaskugeln

Mikrohohlgaskugeln sind ein neu entwickelter Werkstoff und können als Bestandteil einer mineralischen Spritzdämmung insbesondere in der Altbausanierung eine große Bedeutung erreichen. So wurde in einem Projekt in Deutschland eine mineralische Spritzdämmung auf Basis von Mikrohohlgaskugeln entwickelt (Illner 2020). Folgende Projektziele waren vorgegeben:

- geringe Wärmeleitfähigkeit in Verbindung mit höherer Wärmespeicherfähigkeit im Vergleich zu konventionellen Dämmstoffen;
- nicht brennbar;
- offenporige Struktur für ein gutes Feuchtemanagement und Austrocknungsverhalten;
- hohe Haftung auf unterschiedlichen, typischen Untergründen;
- hohe Recyclierbarkeit, Volumenstabilität und Dauerhaftigkeit.

Es wurde eine Rezeptur entwickelt, die es gestattet, die mineralische Spritzdämmung mit Mikrohohlgaskugeln mit branchenüblichen Putzmaschinen zu verarbeiten. Ein Füllgrad an Mikrohohlgaskugeln von 60% wurde erreicht. Durch den hohen Füllgrad erreicht die mineralische Spritzdämmung eine Trockenwärmeleitfähigkeit von 0,04 W/(mK).

4.6 Biobeton

Biobeton ist ein Baustoff, bei dem Gesteinskörnungen durch Calciumcarbonatkristalle gebunden und verfestigt werden. Er beruht auf der mikrobiell induzierten Calcitausfällung, wobei Calciumcarbonat (CaCO₃) als Bindemittel gebildet wird. Da bei der Biomineralisierung CO₂ in Form von Calciumcarbonat gebunden wird, stellt die Nutzung von Biobeton eine CO₂-neutrale Alternative zu zementgebundenem Beton dar.

Mikroorganismen, insbesondere Bakterien, sind in der Lage eine breite Palette von Mineralien, wie Carbonate, Sulfide, Silikate und Phosphate, zu bilden. Bekanntestes Beispiel ist die Bildung von Stromatolithen durch Cyanobakterien, die bereits vor ca. 3,5 Milliarden Jahren abließ (Biomineralisation 2025).

Für die Biobetonbildung sind nur Mikroorganismen von Bedeutung, die extrazellulär Carbonat bilden. Einen Überblick über die ablaufenden Reaktionsmechanismen wird in einer Arbeit der University of Waikato gegeben (Seifan et al. 2016). Danach werden autotrophe und heterotrophe Stoffwechselwege unterschieden.

Der autotrophe Weg findet in Gegenwart von CO_2 statt, wobei die Mikroben CO_2 in Anwesenheit calciumhaltiger Quellen auf drei unterschiedliche Arten in Carbonat umwandeln:

- nicht-methylotrophe Methanogenese (durch methanogene Archaeen),
- sauerstoffhaltige Photosynthese (durch Cyanobakterien),
- anoxygene Photosynthese (durch Purpurbakterien).

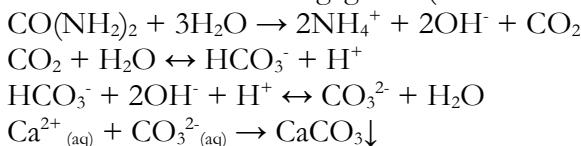
Beim heterotrophen Weg nutzen Bakterien organische Verbindungen als Energiequellen bei der Bildung von Calciumcarbonat und Magnesiumcarbonat. Das Vorhandensein von organischer Säure als einziger Kohlenstoff- und Energiequelle ist der größte Vorteil dieses Verfahrens. Die chemischen Eigenschaften der Bakterienzellwände haben Einfluss auf die Mineralogie des gebildeten Calciumcarbonats.

Als weitere Mechanismen zur Produktion von Calciumcarbonat sind der Schwefelkreislauf und der Stickstoffkreislauf zu nennen. Der Schwefelkreislauf beruht dabei auf der Reduktion von Sulfat als Grundlage der Calciumcarbonatbildung. Beim Stickstoffkreislauf ist die Bildung von Carbonat oder Bicarbonat über drei Hauptwege möglich:

- Abbau von Harnstoff oder Harnsäure (Ureolyse),
- Ammonifizierung von Aminosäuren,
- dissimilatorische Nitratreduktion.

Als ein Nutzungsgebiet wurde die Biomineralisierung zur Bodenbefestigung untersucht (Whiffin et al. 2007). Weitere Einsatzgebiete sollen das Verschließen von Rissen in Betonstrukturen und die Herstellung von Steinen im Ziegelformat, aber auch die Herstellung großer Bauteile mit hoher Druckfestigkeit abdecken.

Zu letzterem wurde im letzten Jahr an der Universität Stuttgart eine größere Studie (Smirnova et al. 2023, 2024) abgeschlossen. Grundlage war die Nutzung heterotroper Bakterien unter Nutzung des Stickstoffkreislaufs mit Abbau von Harnstoff. Für die Untersuchungen war ein gefriergetrocknetes Urease-aktives Calciumcarbonat-Pulver (UACP) im Einsatz, in dem das Urease-bildende Bakterium *Sporosarcina pasteurii* eingeschlossen war. Folgender Reaktionsmechanismus wird angegeben (Smirnova et al. 2023):



In dem Projekt wurde die prinzipielle Machbarkeit des Einsatzes von Biobeton für die Herstellung tragender Bauteile aufgezeigt. Die Machbarkeit des 3D-Druck-Verfahrens zur Fertigung von Strukturen mit komplexer Bauteilgeometrie konnte gezeigt werden. Bis zur industriellen Nutzung sind aber noch umfangreiche Entwicklungen notwendig.

Andere Untersuchungen zeigen, dass auch mit Cyanobakterien der 3D-Druck von Strukturen möglich ist (Fraunhofer-Gesellschaft 2024; Reinhardt et al. 2023). Dazu wurden Biomaterialtinten auf Basis von Alginat-Methylcellulose-Hydrogelen mit bis zu 50 Gew.-% Seesand entwickelt.

5. Nutzung von Recyclingmaterial

Einerseits werden für die Errichtung von Bauwerken die meisten Baustoffe aus natürlichen, endlichen Lagerstätten entnommen, andererseits wird für die Deponierung von Abfällen des Rückbaus von Gebäuden Deponieraum hoher Qualität benötigt. Aus dieser Sicht ist die Nutzung von Recyclingmaterial, welches den Qualitätsansprüchen für den Neubau entspricht, folgerichtig und zwingend.

Dabei ist die Nutzung von Recyclingmaterial als Teil einer, auch im Baubereich, zu schaffenden Kreislaufwirtschaft zu sehen. Die Bauvorhaben sollen in der Zukunft so geplant und

umgesetzt werden, dass die genutzten Materialien nach Ende der Lebensdauer komplett wiederverwertet oder in den Kreislauf der Natur zurückgeführt werden können. Es darf also (nahezu) kein Abfall entstehen. Das bedeutet, dass bei der Errichtung eines Bauwerkes der Rückbau mitgeplant werden muss. Ähnliche Forderungen standen übrigens schon im Lehrbuch *Systematische Baustofflehre* von 1988 (Röbert 1988c).

Um bereits jetzt möglichst viel Recyclingmaterial nutzen zu können, sind beim Rückbau von Gebäuden die Abfallströme möglichst sortenrein zu erfassen. Dazu sind diese zunächst zu entkernen, um mögliche Störstoffe zu entfernen, die danach gesondert der Verwertung/Entsorgung zuzuführen sind. Die Abfallstoffe sind dann möglichst sortenrein zu erfassen.

Um diese Prozesse zu verbessern, werden Verfahren entwickelt, die eine automatisierte, sensorgestützte Sortierung von Baustoffen ermöglichen. Damit die Sortierung industriell umsetzbar ist, sind die Verarbeitungsgeschwindigkeit, die Recyclingquote, die Sortierqualität und die gesundheitlichen Bedingungen bei diesen Prozessen zu verbessern, so wird vor allem an der Kombination verschiedener Sensorsysteme gearbeitet (Klewe et al. 2023).

Die sortenreinen Baumaterialien lassen sich dann wie bisher üblich als Baustoffe im Straßenbau oder, höherwertig, als Betonzuschlagstoffe verwenden. Weitere Möglichkeiten sind die Nutzung als Ausgangsstoffe für Geopolymere oder kaltgepresste Ziegel (Heye 2023). Ein anderer Weg wird mit der Nutzung von Mauerwerksbruch gegangen, bei dem dieser einer hydrothermalen Behandlung unterzogen wird. Die entstehenden Hydrothermalgranulate lassen sich als Ersatz für Blähton oder Bims und Lavasand einsetzen, aber auch als Filter- und Speichermaterial (Seher et al. 2023).

Es wurden auch Verfahren entwickelt, Beton durch eine Schockwellenbehandlung zu zerlegen. Dabei konnten die Kiesfraktion und die Zementsteinfraktion abgetrennt werden (impulstec 2025). Die Kiesfraktion kann dann wieder für die Betonherstellung genutzt werden. Die Zementsteinfraktion lässt sich für die Belit-Zementherstellung einsetzen (siehe 2.1.3).

Ein weiterer Weg ist Recyclingbeton zu Carbonatisieren, wobei CO_2 im Recyclingbeton chemisch gebunden wird. Die schweizerische neustark AG bindet so ca. 10 kg CO_2 in 1 m³ Recyclingbeton. Der behandelte Recyclingbeton wird in der üblichen Weise als Kiesersatz für den Straßen- oder Gebäudebau eingesetzt werden (neustark 2025).

Es ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren weitere Verfahren entwickelt werden, die aus Recyclingmaterialien hochwertige Baustoffe bereitstellen. Ein nicht zu unterschätzendes Problem wird bei allen Recyclingverfahren sein, die Einhaltung der vorliegenden Grenzwerte für Schadstoffe zu gewährleisten.

6. Fazit

Mit diesem Beitrag können nicht alle Entwicklungstendenzen bei den nichtmetallisch-anorganischen Baustoffen abgedeckt werden. Dazu ist weltweit zu viel in Bewegung. Daraus ergibt sich, dass auch die Vielfalt der Bindemittel und Baustoffe, die eingesetzt wird, künftig zunehmen wird. Für die Baustoffproduzenten ergeben sich durch diese Vielfalt erhöhte Anforderungen. Dazu kommt die Nutzung von Sekundärrohstoffen, die lokale Lösungen attraktiver machen, wenn Transportwege entfallen.

Um diese hier vorgestellten mineralischen Bindemittel und Verbundbaustoffe umfassend im Bauwesen anwenden zu können und damit die CO_2 -Bilanz dieses Industriezweiges zu verbessern, sind die diesbezüglichen Bauvorschriften möglichst kurzfristig anzupassen. Dazu müssen auch Architekten und Bauingenieure umdenken, damit nicht nur auf den Verbundbaustoff Beton gesetzt wird. Die Lösung liegt vielmehr in einer hybriden Bauweise, die die Stärken und Schwächen der einzelnen Baustoffe berücksichtigt.

Folgende Aussagen lassen sich treffen:

- Die Vielfalt der Bindemittel und Baustoffe wird zunehmen.
- Dazu kommt die verstärkte Nutzung von Sekundärrohstoffen, wobei hier die Einhaltung stofflicher Grenzwerte zu beachten ist.
- Um diese hier vorgestellten mineralischen Bindemittel und Verbundbaustoffe umfassend im Bauwesen anwenden zu können, sind die diesbezüglichen Bauvorschriften möglichst kurzfristig anzupassen.
- Das stellt Architekten und Bauingenieure vor große Herausforderungen die Stärken und Schwächen der einzelnen Baustoffe zu berücksichtigen.
- Entscheidend werden auch die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sein, denn das Bauen muss auch noch bezahlbar bleiben.

Dank

Für Hinweise bei der Abfassung des Beitrages bin ich Frau Dr.-Ing. Natalia Lesnych, Fachbereich Bauingenieurwesen der Hochschule Wismar, zu Dank verpflichtet.

Bibliographie

- Achternbosch, Matthias; Kupsch, Christel; Nieke, Eberhard; Sardemann, Gerhard (2011): *Sind „Green Cements“ die Zukunft? Erste systemanalytische Abschätzungen zu innovativen Bindemitteln. Teil 1: Novacem®*. KIT Scientific Reports 7589. <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000023194>. abgerufen am 10.09.2025
- BAM (2024): Schätzung der Zukunft: Nachhaltiger Beton aus Maniok. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). <https://www.bam.de/Content/DE/Pressemitteilungen/2024/2024-05-02-futurium-ausstellung.html>. abgerufen am 10.09.2025
- BAM (2025): Nachhaltige Baumaterialien. Lehm: Uralter Baustoff mit ökologischer Zukunft. <https://www.bam.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Infrastruktur/Green-Intelligent-Building/lehm-oekologischer-baustoff.html>. abgerufen am 10.09.2025
- BBIK (2025): Nachhaltiger Zement aus Tunnelaushub – Ein Meilenstein für die CO₂-arme Baupraxis. <https://www.b bik.de/archiv/artikel/nachhaltiger-zement-aus-tunnelaushub-ein-meilenstein-fuer-die-co2-arme-baupraxis/>. abgerufen am 10.09.2025
- Beumelburg, Christoph (2021): Nächste industrielle Skalierung einer CO₂-Abscheide-technologie: Zementwerk Hannover von HeidelbergCement wird Standort für Pilotprojekt LEILAC 2. Heidelberg Materials, Heidelberg. <https://www.heidelbergmaterials.com/de/pi-01-02-2021> abgerufen am 10.09.2025
- Biomineralisation (2025): Biomineralisation. <https://de.wikipedia.org/wiki/Biomineralisation>. abgerufen am 10.09.2025
- BNB (2024): Forschungsprojekt für nachhaltigen Beton: Kooperation zwischen BNB und dem Steinbeis Innovationszentrum. <https://bnb-potsdam.de/forschungsprojekt-fuer-nachhaltigen-beton-kooperation-zwischen-bnb-und-dem-steinbeis-innovationszentrum/>. abgerufen am 10.09.2025
- Boanada-Fuchs, Anthony; Heierli, Urs; Scrivener, Karen (2024): Low Carbon Cement. Harmonizing Environmental Goals and Housing Needs. <https://lc3.ch/wp-content/uploads/2024/05/LC3-Digital-Version-Final-26th-July.pdf>.
- Brigzinsky, Maria; Hünger, Klaus-Jürgen (2017): *An Alternative Alumino-silicate Binder based on the ‘Just at water method’*. Proceedings of the 10. ACI/RILEM International Conference on

- Cementitious Materials and Alternative Binders for Sustainable Concrete (ICCM2017).* Montréal, Canada, October 2017. abgerufen am 10.09.2025
- Brostow, Witold (1984): *Einstieg in die moderne Werkstoffwissenschaft*. Leipzig.
- Büttner, B.; Diestelmeier, B.; Grethe, W.; Herz, R.; Roschkowski, O.; Schäfers, M.; Schlundt, A.; Schmid, P.; Schulze, H.; Schumann-Jäkel, N.; Worthmann, D.-C. (2018): *Kalksandstein-planungshandbuch*. 13-14. <https://www.ksschencking.de/media/default/downloads/>
- planungshandbuch_7_aufage.pdf. abgerufen am 10.09.2025
- BVK (2020): Klimaneutraler Kalk: unsere Roadmap bis 2045. Reduktionspfade und Voraussetzungen für eine nachhaltige Kalkindustrie. Fortschreibung BVK Roadmap der deutschen Kalkindustrie 2020. Berlin. <https://www.kalk.de/co2-roadmap>. abgerufen am 10.09.2025
- Celiment (2025): Über uns. Celiment GmbH&Co.KG. <http://www.celiment.de/de/ueber-uns/>. abgerufen am 10.09.2025
- CEMCAP (2015): Project CEMCAP. <https://www.sintef.no/projectweb/cemcap/>. abgerufen am 10.09.2025
- Conrad, Walter (Federführung) (1985): *Wer – Was – Wann? Entdeckungen und Erfindungen in Naturwissenschaft und Technik*. Leipzig: VEB Fachbuchverlag.
- DIN EN 197-1 (2011): *Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*. Deutsche Fassung EN 197-1:2011. <https://www.dinmedia.de/de/norm/din-en-197-1/140246044>
- ECOGLAS-SCHLAUMGLASPRODUKTE (2025): *Baustoffe, Bauwesen und Entsorgung*, Firma Steinbach Schaumglas GmbH & Co. KG. <https://www.ecoglas.de/eigenschaften.html>. abgerufen am 10.09.2025
- Emons, Hans-Heinz (1987): „Abproduktarme Technologien in der Mineralsalzindustrie.“ *Abproduktarme und abproduktfreie Technologie*, hrsg. von Manfred Schubert. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 153-179.
- Flassenberg, Georg; Lieback, Petra; Homann, Martin (2018): *Porenbetonhandbuch*. Berlin, 9. https://www.bv-porenbeton.de/pdfs/handbuch/PB-HB_BVP_7-Auflage-2018_Kap1-Baustoff.pdf. abgerufen am 10.09.2025
- Foam glass (2025): Foam glass. History. https://en.wikipedia.org/wiki/Foam_glass. abgerufen am 10.09.2025
- Fraunhofer-Gesellschaft (2024): „Biobeton und biogene Baumaterialien mit Cyanobakterien“. *Forschung Kompakt* (1. Juli 2024), 1- 4. abgerufen am 10.09.2025
- Galluccio, Sabrina (2020): „Synthese und Charakterisierung von Spezialzementen unter Verwendung von Mineralisatoren“. Dissertation, Halle (Saale). <https://opendata.uni-halle.de//handle/1981185920/35412>. abgerufen am 10.09.2025
- Geres, Roland; Lausen, Johanna; Weigert, Stefan (2021a): *Roadmap für eine treibhausgasneutrale Kalksandsteinindustrie in Deutschland*, hrsg vom Bundesverband Kalksandsteinindustrie e. V. abgerufen am 10.09.2025
- Geres, Roland; Lausen, Johanna; Weigert, Stefan (2021b): *Roadmap für eine treibhausgasneutrale Ziegelindustrie in Deutschland. Ein Weg zur Klimaneutralität der Branche bis 2050*, hrsg. vom Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V., Berlin. https://www.ziegel.de/sites/default/files/2021-03/Ziegel_24_110321_Web_200dpi_1.pdf abgerufen am 10.09.2025
- Gips (2025): Gips. <https://de.wikipedia.org/wiki/Gips>. abgerufen am 10.09.2025
- GIPS-Datenbuch (2013): *GIPS-Datenbuch*, hrsg. vom Bundesverband der Gipsindustrie e. V.

- https://www.gips.de/fileadmin/user_upload/gipsdatenbuch_2013.pdf. abgerufen am 10.09.2025
- Glukhovsky, Victor D. (1967): *Soil Silicate Articles and Structures* [in Russian]. Kiev: Buvdiv'nyk Publishing.
- HeidelbergCement (2013): „BCT-Technologie – ein alternatives Binderkonzept“. ZKG 05/2013.
https://www.zkg.de/de/artikel/zkg_BCT-Technologie_ein_alternatives_Binderkonzept-1724594.html. abgerufen am 10.09.2025
- Heye, Hans-Gerd (2023): „Nichts ist in Stein gemeißelt. Erfolgreiches Baustoffrecycling im Mauerwerksbau“. *Deutsches Ingenieurblatt* 6-2023, 44-47.
- Holzbeton (2011): „Mit Holzbeton zukunftsweisend bauen – Das „green:house““. *contact.bauhaus. Der Alumni-Newsletter der Bauhaus-Universität Weimar* 2/2011, 4.
https://www.uni-Weimar.de/fileadmin/user/uni/partner_alumni/alumni_newsletter/contact.bauhaus_2_2011.pdf abgerufen am 10.09.2025
- Holzbeton (2025): Holzbeton. <https://de.wikipedia.org/wiki/Holzbeton>. abgerufen am 10.09.2025
- Holzbeton in Österreich (2025): Holzbeton in Österreich. <https://www.holzbeton.at/de/>. abgerufen am 10.09.2025
- Hünger, Klaus-Jürgen; Kurth, David (2020): “Calcined clays and geopolymers for stabilisation of loam structures for plaster and bricks”. *Calcined Clays for Sustainable Concrete*, ed by S. Bishnoi. RILEM Bookseries. Vol 25. Singapore: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-981-15-2806-4_85.
- Illner, Micha (2020): „Neue Dämmstoffe auf dem Weg in die praktische Anwendung“. *Bauen+* (6), 15-20. <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/78058455-ca3d-430b-880a-c304f6e7bea9/content>. abgerufen am 10.09.2025
- impulstec (2025): Bergbau und Baustoffe. <https://impulstec.com/bergbau-und-baustoffe/>. abgerufen am 10.09.2025
- Jansen, Klaus (2021): „Ökologische Aspekte von Carbonbeton“. *punktum.betonbauteile* (4. Ausgabe), 23-25.
- Kalksandstein (2025): *Geschichte der Kalksandsteinindustrie*.
<https://www.kalksandstein.de/kalksandstein-produkte-daten-und-fakten/geschichte-der-kalksandsteinindustrie-1/>. abgerufen am 10.09.2025
- Klewe, Tim; Völker, Tobias; Landmann, Mirko; Kruschwitz, Sabine (2023): “LIBS-Consort: Development of a sensor-based sorting method for construction and demolition waste”. *ce/papers* (6/6), 793-796. <https://doi.org/10.1002/cepa.2866>.
- Kore, Sudarshan D.; Sudarsan, J. S. (2021): “Review: Hemp concrete: A sustainable green material for conventional concrete”. *Journal of Building Material Science* (3/2, December 2021). abgerufen am 10.09.2025
- Koring, Kristina (2013): „CO₂-Emissionsminderungspotential und technologische Auswirkungen der Oxyfuel-Technologie im Zementklinkerbrennprozess“. *Schriftenreihe der Zementindustrie* (79) Hrsg.: Verein Deutscher Zementwerke e. V. Düsseldorf. abgerufen am 10.09.2025
- Kortmann, Jan (2019): *Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Recyclingfähigkeit von Carbonbeton*.
https://tu-dresden.de/bu/bauingenieurwesen/ressourcen/dateien/postgraduale/pdf/191220_Kurzfassung_Diss_Kortmann.pdf?lang=de. abgerufen am 10.09.2025
- Kreft, Oliver (2017): “Autoclaved aerated concrete with sulphate content: an environmentally friendly, durable and recyclable building material”. „Sulfathaltiger Porenbeton:

- Ein umweltfreundlicher, langlebiger und recyclingfähiger Baustoff“. *Mauerwerk* (21/5); doi: 10.1002/dama.201700012.
- Kreft, Oliver; Lieback, Petra (2022): *Roadmap Porenbetonindustrie. Weg zu einer treibhausgasneutralen Porenbetonindustrie in Deutschland [2045]*, hrsg. vom Bundesverband Porenbetonindustrie e. V. abgerufen am 10.09.2025
- Kretschmer, Ansgar (2019): „Klimabilanz der Zementindustrie“. *Chemie Technik* (5. März 2019, aktualisiert 11. Februar 2021). Heidelberg: Hüthig Medien GmbH.
<https://www.chemietechnik.de/klimabilanz-der-zementindustrie/>. abgerufen am 10.09.2025
- LAGA (2019): *Entsorgung faserhaltiger Abfälle*. Abschlussbericht, Juli 2019, hrsg. von LAGA Länderarbeitsgemeinschaft Abfall. https://www.laga-online.de/documents/bericht-laga-ausschuss-entsorgung-faserhaltige-abfaelle_juli-2019_1574075541.pdf. abgerufen am 10.09.2025
- LAGA (2022): „Teil I Status quo, Hemmnisse und Handlungsempfehlungen zur Steigerung der Recyclingquote von Gips“. *Möglichkeiten der Einsparung, der Substitution und des Recyclings von Gips*. https://www.laga-online.de/documents/moeglichkeiten-der-einsparung,-der-sub-stitution-und-des-recyclings-von-gips-stand-2022_1656660896.pdf. abgerufen am 10.09.2025
- LAGRE (2022): „Teil II Möglichkeiten der Einsparung und Substitution von Gips“. *Möglichkeiten der Einsparung, der Substitution und des Recyclings von Gips*. https://www.laga-online.de/documents/moeglichkeiten-der-einsparung,-der-sub-stitution-und-des-recyclings-von-gips-stand-2022_1656660896.pdf. abgerufen am 10.09.2025
- Lehmbau (2025): *Der Stoff, auf den wir bauen*. Dachverband Lehm e. V.
<https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/>. abgerufen am 10.09.2025
- Mertzsch, Norbert (2020a): „Problembaustoff Zement“. *Ingenieur-Nachrichten (Erfurt)* (4), 9.
- Mertzsch, Norbert (2020b): “Hydrothermal processes in industry”. *ChemTexts*.
<https://doi.org/10.1007/s40828-020-00116-9>.
- Mertzsch, Norbert (2022): „Speicher in die Energieinfrastruktur“. *Die Energiewende 2.0. Im Fokus: Die Infrastruktur*. hrsg. von Norbert Mertzsch, Ernst-Peter Jeremias (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 155). Berlin: trafo Wissenschaftsverlag Dr. Wolfgang Weist, 57-82.
<https://leibnizsozietaet.de/wp-content/uploads/2023/02/SB155.pdf>.
- Mertzsch, Norbert (2023): „Entwicklungen bei anorganischen Baustoffen. Der Blick über den Horizont“. *Deutsches Ingenieurblatt* 12/2023, 44-47.
- Middendorf, E.; Eden, W. (2011): „Kalksandsteine – auf das Mikrogefüge kommt es an“. *Die Aktuelle-Wochenschau[®] der GDCh – Bauen und Chemie* (51/2011).
- Müller, Harald S. (2021): „Bauen mit Beton neu denken!“. *punktum.betonbauteile* (4. Ausgabe 2021), 6-9.
- neustark (2025): neustark unter <https://celitement.de/wasmachenandere/>. abgerufen am 10.09.2025
- Petzold, Armin (1981): *Anorganisch-nichtmetallische Werkstoffe*. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 128-129.
- Pfeiffer, Johannes; Erlach, Berit; Fischedick, Manfred; Fuss, Sabine; Geden, Oliver; Löschel, Andreas; Pittel, Karen; Ragwitz, Mario; Stephanos, Cyril; Weidlich, Anke (2024): „Kohlenstoffmanagement integriert denken: Anforderungen an eine Gesamtstrategie aus CCS, CCU und CDR (Impuls)“. Schriftenreihe *Energiesysteme der Zukunft* (ESYS).

- https://www.leopoldina.org/fileadmin/redaktion/Publikationen/Nationale_Empfehlungen/2024_ESYS_Impuls_Kohlenstoffmanagement.pdf. abgerufen am 10.09.2025
- Purdon, Arthur Oscar (1940): "The action of alkalis on blast furnace slag". *Journal of the Society of Chemical Industry* (59), 191-202.
- Raabe, Norbert (2022): „Startschuss für die Reise zu CO₂-negativem Zement“. *Scienet*. <https://www.scienet.ch/de/research/support-for-the-journey-to-cosub2subnegative-cement.html?hidePaging=true>. abgerufen am 10.09.2025
- Reinhardt, Olena; Ihmann, Stephanie; Ahlhelm, Matthias; Gelinsky, Michael (2023): "3D bioprinting of mineralizing cyanobacteria as novel approach for the fabrication of living building materials". *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 11:1145177. doi: 10.3389/fbioe.2023.1145177.
- Rennie, Daniel (2025): *LEILAC by Calix*. <https://www.energy4climate.nrw/industrieproduktion/praxisbeispiele-industrietransformation/leilac-by-calix>. abgerufen am 10.09.2025
- Riepl, Florian (2008): „Die wirtschaftliche und technologische Entwicklung der Zementindustrie unter besonderer Berücksichtigung der Verdienste von Hans Hauenschild“. Diplomarbeit. Universität Wien: Repotorium Phaidra. <https://phaidra.univie.ac.at/detail/o:1250083>. abgerufen am 10.09.2025
- Röbert, Siegfried (Hrsg.) (1988a): „Silikatbeton“. *Systematische Baustofflehre. Band 1. Grundlagen*. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen, 185.
- Röbert, Siegfried (Hrsg.) (1988b): „Hydratverfahren“. *Systematische Baustofflehre. Band 1. Grundlagen*. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen, 123.
- Röbert, Siegfried (Hrsg.) (1988c): „Einführung in die Baustoffwissenschaft“. *Systematische Baustofflehre. Band 1. Grundlagen*. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen, 10.
- Ruppert, Johannes; Wagener, Carina; Palm, Sebastian; Scheuer, Wilfried; Hoenig, Volker (2020): *Prozesskettenorientierte Ermittlung der Material- und Energieeffizienzpotentiale in der Zementindustrie*. Abschlussbericht (UFOPLAN FKZ 3716 36 320 0). VDZ Düsseldorf 2019, hrsg. vom Umweltbundesamt 2020 (TEXTE 48/2020). abgerufen am 10.09.2025 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-03-06_texte_48-2020_material_energieeffizienz_zementindustrie.pdf.
- Schachtschabel, Paul; Blume, Hans-Peter; Brümmer, Gerhard; Hartge, Karl-Heinrich; Schwertmann, Udo; Fischer, Walter R.; Renger, Manfred; Strelbel, Otto (1992): *Schäfer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde*. 13. Auflage. Stuttgart: Ferdinand Enke, S. 26.
- Schlegel, Ernst (1982): „Grundlagen technischer hydrothermaler Prozesse“. *Freiberger Forschungshefte* (A655 Grundstoff-Verfahrenstechnik, Silikattechnik).
- Schmidt, Christoph (2024): „KIT-Pilotanlage produziert klimafreundlichen Zementklinker aus Recyclingbeton“. *EUWID RECYCLING UND ENTSORGUNG*. <https://www.euwid-recycling.de/news/forschung-praxis/kit-pilotanlage-produziert-klimafreundlichen-zementklinker-aus-recyclingbeton-120624/>. abgerufen am 10.09.2025
- Schneider, Helmuth (1997): „Die Gaben des Prometheus. Technik im antiken Mittelmeerraum zwischen 750 v. Chr. und 500 n. Chr.“ *Propyläen Technikgeschichte, Erster Band: Landbau und Handwerk 750 v. Chr. – 1000 n. Chr.*, hrsg. von Wolfgang König. Berlin: Ullstein Buchverlage GmbH, Propyläen Verlag, 261.
- Schober, Georg (2005): „Die chemischen Umsetzungen bei der Herstellung von Porenbeton: Aus Zement, Kalk, Gips und Quarzsand wird Porenbeton“. „Chemical

- transformations during the manufacturing of autoclaved aerated concrete (ACC): cement, lime, gypsum and quartz sand". *ZKG INTERNATIONAL* 58/7, 63-70.
http://pbaac.de/Drucksachen/ZKG_58_Schober_Die_chemischen_Umsetzungen_bei_PB.pdf. abgerufen am 10.09.2025
- Scrivener, Karen; Avet, François; Maraghechi, Hamed; Zunino, Franco; Ston, Julien; Hanpongpun, Wilasinee; Favier, Aurélie (2019): "Impacting factors and properties of limestone calcined clay cements (LC³)". *Green Materials* 7/1, 3-14.
<https://doi.org/10.1680/jgrma.18.00029>.
- Seher, Julia; Rübner, Katrin; Schnell, Alexander; Hahn, Andreas; Bruch, Ingo; Alewell Ulrike; Vöge, Manuel; Shafiei, Kasra; Schumann, Gundula (2023): „Hydrothermalgranulate – Eine Verwertungsmöglichkeit für Mauerwerksbruch“. *Die Energiewende 2.0. Im Fokus: Die Stoffwirtschaft*, hrsg. von Gerhard Pfaff; Norbert Mertzsch; Ernst-Peter Jermias. (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 158). Berlin: trafo Wissenschaftsverlag Dr. Wolfgang Weist, 79–94.
- Seifan, Mostafa; Samani, Ali Khajeh; Berenjian, Aydin (2016): "Bioconcrete: next generation of self-healing concrete". *Applied Microbiology and Biotechnology* (100), 2591–2602. doi: 10.1007/s00253-016-7316-z.
- Shi, Caijun; Fernández Jiménez, A.; Palomo, Angel (2011): "New cements for the 21st century: The pursuit of an alternative to Portland cement". *Cement and Concrete Research* 41/7, 750-763. abgerufen am 10.09.2025
- Six, Andrea (2023): *Bauen mit Lehm. Saubere Schlammsschlacht*.
<https://www.empa.ch/web/s604/baumaterial-lehm>. abgerufen am 10.09.2025
- Smirnova, Maiia; Nething, Christoph; Stolz, Andreas; Gröning, Janosch A. D.; Funaro, Daniele P.; Eppinger, Erik; Reichert, Manuela; Frick, Jürgen; Blandini, Lucio (2023): "High strength bio-concrete for the production of building components". *npj Materials Sustainability* 4, 1-15.
<https://doi.org/10.1038/s44296-023-00004-6>.
- Smirnova, Maiia; Nething, Christoph; Tsyharin, Mykola; Eppinger, Erik; Funaro, Daniele P.; Gröning, Janosch A. D.; Nistler, Maximilian; Verl, Alexander; Stolz, Andreas; Blandini, Lucio (2024): „Biobeton. Grundlagen und Verfahrensprinzipien für die Herstellung CO₂-neutraler und ressourceneffizienter Bauteile“. *BBSR-Online-Publikation* Bonn (23).
<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2024/bbsr-online-23-2024-dl.pdf?blob=publicationFile&v=2>. abgerufen am 10.09.2025
- SNF (2017): Beton aus Holz. <https://www.snf.ch/de/1YTcrWYfSV4rN3TC/news/beton-aus-holz>. abgerufen am 10.09.2025
- Speetzen, Eckhard (1990): „Ziegelrohstoffe und Ziegeleien im zentralen Münsterland (Westfalen, NW-Deutschland)“. *Geologie und Paläontologie in Westfalen (Münster)* 16, 35-61.
https://www.lwl.org/wmfn-download/Geologie_und_Palaeontologie_in_Westfalen/GuP_Heft_16_Seite_35-61.pdf abgerufen am 10.09.2025
- Stemmermann, Peter; Schweike, Uwe; Garbev, Krassimir; Beuchle, Günter; Möller, Hendrik (2010): "Celitement – a sustainable prospect for the cement industry". *Cement International* 8/5, 53-67. https://celitement.de/wp-content/uploads/2020/07/2010-10-26_Celitement_a_sustainable_prospect_for_the_cement_industry-3.pdf. abgerufen am 10.09.2025
- TecEco History (2025): *History of Magnesium in Hydraulic Cements*.

- https://tececo.com/history.magnesium_hydraulic_cements.php?print. abgerufen am 10.09.2025
- TecEco Pty. Ltd. (2025): TecEco Pty. Ltd. <https://tececo.com/> abgerufen am 10.09.2025
- TGL Holzbeton (1975): „Fachbereichsstandard Holzbeton – Bauplatte“. TGL 31767/01. https://katalog.ub.uni-weimar.de/tgl/TGL_31767-01_12-1975.pdf. abgerufen am 10.09.2025
- TOFFEE (2025): *Forschungsprojekt TOFFEE. Aufbereitung und Aktivierung von Tonböden für ressourceneffiziente Geopolymer-Baustoffe*. TH Köln. https://www.th-koeln.de/hochschule/forschungsprojekt-toffee_105227.php. abgerufen am 10.09.2025
- Typ HB4 (2025): *DDR Eigenheim Typ HB4*. <https://www.gutachter-wagner.de/ddr-eigenheim-typ-hb4/>. abgerufen am 10.09.2025
- UBA (2020): *Dekarbonisierung der Zementindustrie*. Dessau: Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/factsheet_zementindustrie.pdf. abgerufen am 10.09.2025
- UNEP (2024): *Global Status Report for Buildings and Construction – Beyond Foundations: Mainstreaming Sustainable Solutions to Cut Emissions from the Buildings Sector*. Nairobi: United Nations Environment Programme. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/45095>.
- UNFCCC (2015): *Paris Agreement*. United Nations Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf abgerufen am 10.09.2025
- Urioste, Blas (2025): „Das strategisches Rohstoffprojekt Kupferlagerstätte Spremberg-Graustein-Schleife (KSL Kupferschiefer Lausitz)“. Vortrag auf dem Vierten Rohstoffkolloquium der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin e. V. am 20. März 2025.
- Vaupel, Mario (2023): „Pflanzenkohle in Beton. Gebäude und Infrastruktur werden zur Kohlenstoffsenke“. *TiB* (1/2023). <https://www.technik-in-bayern.de/bauen-und-gebaudetechnik/nachhaltiges-bauen/mensch-raum-und-pflanze>. abgerufen am 10.09.2025
- Vogt, Oliver; Ukrainczyk, Neven; Koenders, Eddie (2017): „Geopolymere als Spezialbaustoff“. *Nachrichten aus der Chemie* 65/12, 1198-1202.
doi: 10.1002/nadc.20174065079.
- Whiffin, Victoria S.; van Paassen, Leon A.; Harkes, Marien P. (2007): “Microbial carbonate precipitation as a soil improvement technique”. *Geomicrobiology Journal* 24, 417-423. <https://doi.org/10.1080/01490450701436505>.
- Wyrzykowski, Mateusz; Toropovs, Nikolajs; Winnefeld, Frank; Lura, Pietro (2024): “Cold-bonded biochar-rich lightweight aggregates for net-zero concrete”. *Journal of Cleaner Production* 434, 140008. abgerufen am 10.09.2025

E-Mail-Adresse des Autors: mertzsch@t-online.de



Von den Füßen auf den Kopf gestellt

Rezension zu Friedrich Glauner: *Wirtschaft als Denkform. Die Ökonomisierung der Lebenswelt*

Marburg 2025: Metropolis-Verlag, 250 Seiten, ISBN 978-3-7316-1612-2

Ulrich Busch (MLS, Berlin)

Veröffentlicht: 30. November 2025

„Im Anfang war das Wort, und das Wort war bei Gott, und Gott war das Wort.“ So steht es im Johannes-Evangelium in der Übersetzung Martin Luthers. Im griechischen Original aber steht *Logos*, ein Begriff, der philosophisch auch Geist, Bewusstsein, Idee oder Vernunft bedeutet und damit ganz allgemein einer idealistischen Weltsicht Ausdruck verleiht. So beschreibt der Terminus *Weltgeist* bei Hegel einen sich im Verlaufe der Geschichte entfaltenden Geist, der sich in der Welt manifestiert und den Menschen durch die *Vernunft* einen Erkenntnisgewinn ermöglicht. Indem Marx die Hegelsche Dialektik methodisch vom Kopf auf die Füße stellte, revolutionierte er den Erkenntnisprozess durch die Einsicht, dass es nicht in erster Linie die Ideen sind, die die Grundlage für die Wirklichkeit bilden, sondern die materiellen Verhältnisse, insbesondere die ökonomischen, die letztendlich die Ideen bestimmen. Während ein Großteil der Denker dies als Erkenntnisfortschritt wertet, sehen andere hierin einen Irrtum und versuchen weiter die Wirklichkeit als Ausfluss bestimmter *Ideen* zu begreifen und die Wirtschaft mithin als „Denkform“. Dies gilt auch für den Tübinger Philosophen, Ethikologen, Religionswissenschaftler, Ökonomen, Unternehmensgründer und Manager *Friedrich Glauner*, der in vorliegendem Buch den Versuch unternimmt, den Siegeszug des Kapitalismus und die kapitalistisch geprägte Lebenswelt in der Gegenwart *alternativ* zu Marx, Keynes, Schumpeter, Polanyi und anderen *nicht* als Ergebnis und Folge des globalisierten Industriekapitalismus zu beschreiben, sondern als „Resultat der geistigen Errungenschaften des abendländischen Denkens“ (S. 8). Indem der Autor diesen Aspekt einseitig hervorhebt und als „quasireligiöses Credo der Moderne“ den *Glauben* an „Freiheit, Wohlstand und Gerechtigkeit“ als Basis für das Wohlergehen der Menschheit herausstellt, trägt er weniger zu einer sinnvollen Ergänzung der Analyse der kapitalistischen Wirklichkeit bei, sondern stellt er diese „auf den Kopf“. Was er bietet, ist trotz einiger durchaus interessanter Ideen, Zitate und Anregungen letztlich nicht viel mehr als der Versuch einer idealistischen und vor allem ethisch motivierten Auseinandersetzung („Ethikologie“) mit dem modernen Kapitalismus.

Für Glauner zeichnet sich die Moderne im Gegensatz zur Vormoderne vor allem durch einen „*Geist der Fluidität*“ (S. 16) aus. So seien für den wachsenden Wohlstand auf der *ersten*, der obersten Ebene „vier materiale Treiber“ verantwortlich: Bildung und Wissenschaft, Gesundheitsvorsorge, die Errungenschaften der modernen Ernährungs- und Landwirtschaft sowie staatliche Strukturen und überstaatliche Institutionen zur Organisation des menschlichen Miteinanders. Auf der *zweiten* Ebene befinden sich kognitive Faktoren wie die „menschliche Neugier“ und das „kritisch reflektierende Denken“. Die Epochenschwelle zur kapitalistischen Moderne werde daher – um 1500 – vom „Aufkeimen eines selbstbewussten und selbstverantworteten Denkens“ markiert (S. 15). Bohrt man tiefer, so kommen als

„eigentliche Treiber“ der sozio-ökonomischen Entwicklung der letzten 500 Jahre *drittens* der Geist der Fluidität, das Streben nach Anerkennung und Distinktion sowie die diesem immanente „*Steigerungslogik*“ zum Vorschein (S. 16). Aus all dem folge schließlich eine „Ökonomisierung der Lebenswelt“, weil das Denken der Menschen „*im Mantra der Kapitallogik, namentlich in den Konzepten von Knappheit, Wettbewerb, Wachstum und Ertrag und damit im Geist der ökonomischen Vernunft*“ verhaftet sei (S. 18). – Neben dem philosophisch-idealistischen Ansatz ist es insbesondere der bewusste Verzicht auf einen Hinweis auf den sozialhistorischen Umbruch, wie ihn Karl Marx z.B. im 24. Kapitel des Ersten Bandes des „Kapital“ als „ursprüngliche Akkumulation“ beschrieben hat, der hier methodologisch als unübersehbares Defizit empfunden wird.

Die vom Autor aufgezeigte Entwicklung mündet schließlich in eine „*Entgrenzungsdynamik*“, wodurch der erreichte Wohlstand mehr und mehr die politische, ökologische und soziale Basis der Wohlstandsmehrung erodieren lässt. Die Lösung liegt, so die Schlussfolgerung, in einer Überwindung des kapitalistischen *Denkens* (und nicht etwa des Kapitalismus). Um diese zu erreichen, müsse man sich vergegenwärtigen, was das „*ökonomische Denken*“ eigentlich ist, woraus es sich speist und was es letztlich bewirkt. Der Autor nennt für die Wirkmächtigkeit des ökonomischen Denkens, Fühlens und Handelns in seinem Text drei Quellen: *Erstens* die Art und Weise, wie die geistigen Errungenschaften der Aufklärung, der Subjektpolitik und der Naturwissenschaften im ökonomischen Denken kombiniert und damit zum Fundament der ökonomischen Handlungsrationale gemacht worden sind. *Zweitens* emotionalen Regungen, namentlich *Neid, Eifersucht, Misogynie* sowie *Gier, Eitelkeit* und *Machtstreben*, welche er als „*NEM-GEMs*“ fasst. *Drittens* der Zusammenschluss beider Treiber und ihre Materialisierung in einer Handlungsrationale, „die auf Steigerung abzielt“ (S. 19). Der Autor wählt hierfür den Terminus „*Kapitaldenken*“, einen Begriff, den er dann gänzlich unhistorisch auf jegliches Steigerungsdenken und auf die „*Geldlogik*“ anwendet. Anschließend identifiziert er das ökonomische Denken mit der bürgerlich-kapitalistischen Gesellschaftsordnung und definiert Ökonomie als „*das menschliche Prinzip der aufgeklärten Entgrenzung*“ und den „*Ort, in dem die menschliche Selbstbestimmung zu sich selbst gelangt*“ (S. 26). Diese etwas kryptische Bestimmung wird später aufgelöst, indem der Autor für „die Selbstverwirklichung des Menschen im Geist der Ökonomie“ ein *ideelles*, ein *emotionales* sowie ein *materielles* Fundament formuliert. Ersteres kristallisierte sich aus der *Idee*, dass Freiheit Wohlstand sei und umgekehrt. Diese Erkenntnis bildet für ihn dann zugleich den „*religiösen Kern*“ des ökonomischen Denkens. Demgegenüber entspringt das emotionale Fundament der Psychologie der Differenzierung und Distinktion. Das materielle Fundament der Ökonomie resultierte schließlich aus „*der Logik des Wertes und ihrer Seele, dem Geist des Kapitals*“ (S. 27). – Damit ist das Programm umrissen; die nachfolgenden Kapitel vertiefen diese Thesen bzw. bauen unmittelbar auf ihnen auf.

Hervorhebenswert erscheint das vierte Kapitel: Kapitalismuskritik als Kapitaldiskurs. Im Grunde genommen handelt es sich hierbei um eine Auseinandersetzung mit der Marxschen Darstellung der Entstehungsgeschichte des Kapitalismus und der Frage, welches „die eigentlichen Treiber für die modernen Formen der Kapitalwirtschaft“ (S. 39) seien. Dabei unterzieht sich der Autor aber nicht etwa der Mühe einer Auseinandersetzung mit der ökonomischen Theorie von Marx. Vielmehr konfrontiert er den Leser sogleich mit der These, dass sich Kapitalismus und Kommunismus als „*Denkhaltungen*“ und „*Werthaltungen*“ ähneln und aus einer und derselben Quelle speisen würden, nämlich aus der *Idee*, dass die Mehrung der wertschöpfenden Arbeit mehr Wohlstand bewirke. Marxistisches und neoliberales Denken seien folglich „*gar nicht so gegensätzlich*“ (S. 43). Für die Kritik daran bedient Glauser sich sodann der Auflistung und Analyse diverser „*Webfehler*“.

Als *ersten „Webfehler“* der marxistischen Kapitalismuskritik glaubt er herausgefunden zu haben, dass jene vor allem auf ökonomische Sachverhalte abstellt, während „unsere psychologischen Konditionierungen“ und dabei insbesondere unsere Untugenden (die NEM-GEMs) vernachlässigt würden. Diese aber seien der „wahre Treiber“ der Kapitalwirtschaft. Weiter wird behauptet, dass sich im ökonomischen Denken drei *Glaubenssysteme*, nämlich der in der protestantischen Ethik aufkeimende Glaube an das Prinzip des Subjekts, der Glaube an das legitime Rütteln an alten Ordnungen und der naturwissenschaftliche Glaube an die Beherrschbarkeit der Welt, derart amalgamiert hätten, dass die „zu fast allen Zeiten“ und „in fast allen Kulturen kritisierten untugendhaften Bestrebungen der menschlichen Psyche [...] zum Treiber von Wohlstand und Fortschritt umdeklariert werden konnten“ (S. 47).

Den *zweiten Webfehler* erblickt er in der Übernahme der Glaubenssysteme der Aufklärung und der Naturwissenschaften durch die marxistische Gesellschaftskritik. Der *dritte Webfehler* bestehe in der „Wahrheitsgläubigkeit“ des abendländischen Denkens seit Parmenides und Heraklit, welche der Marxismus fortschreibe (S. 52).

Im folgenden Kapitel leitet er die „Idee des Kapitals“ aus dem „Geist des Geldes“ ab (S. 69), um so schließlich bis zur Transformation der Gesellschaft zum modernen postindustriellen Kapitalismus vorzudringen. Dabei werden zutreffend erkannte Tatsachen immer wieder mit absurde Behauptungen verknüpft und abenteuerlich anmutende historische Parallelen gezogen, so beispielsweise zwischen der Hitler-Jugend und dem Demokratischen Frauenbund Deutschlands (S. 53). Die fortschreitende Ökonomisierung und „Verkapitalisierung der Lebenswelt“ erscheint auf den folgenden Seiten weniger als ein gesteigerter Prozess der Ausbeutung von Arbeitskraft und anderen Ressourcen durch das Kapital, als vielmehr als ein „*kapitalgetriebener Prozess der multidimensionalen Auflösung, Entgrenzung sowie Um- und Entwertung von Bindungen und Werten*“ (S. 82). Diese ganze m.E. kopflastige Argumentation mündet schließlich in eine Diffamierung der marxistischen Kapitalismuskritik als „*Verschwörungstheorie*“ (S. 94), der er „unsere eigne Verantwortung“ sowie „*unseren eigenen Anteil*“ am Funktionieren der Kapitalwirtschaft gegenüberstellt. – In dieser Argumentation erscheint wiederum alles „auf den Kopf“ gestellt, wenn auch keineswegs gänzlich falsch. Der Hinweis auf die „*Selbstverkapitalisierung*“ und das „*kapitalgetriebene Selbst-sein-müssen*“ im heutigen Kapitalismus liefert durchaus brauchbare Ansatzpunkte für eine Kapitalismuskritik!

Das umfangreichste Kapitel des Buches ist das achte: „*Religion der Gewalt: Das Kapital der Werte*“ (S. 123–180). Es liefert die Begründung dafür, dass sich das ökonomische Denken zuletzt in fast allen Facetten der Lebenswelt etabliert hat und als Maßstab für das Handeln der Menschen weltweit durchsetzen konnte. Glauner macht diesen „*Sieg der Ökonomie*“, den „*Triumphzug der Ökonomisierung der Lebenswelt*“ an einer ideellen *Erwartung* fest, nämlich an dem *Glauben*, „*dass Freiheit, Wohlstand und Gerechtigkeit die Basis für das Wohlergehen der Menschheit*“ seien (S. 123f.). Dabei verdanke sich der „*Siegeszug des Kapitaldenkens einem in unserer ‚Conditio Humana‘ angelegten Hang zur List, Gewalt und zum Betrug, welcher im Zusammenschluss mit der die Moderne prägenden Gedankenwelt [...] im Kapitaldenken seinen zugleich rationalen und technischen Ausdruck gefunden hat*“ (S. 124f.). Bei der Vertiefung dieses Gedankens grenzt sich der Autor explizit von allen Formen einer „*materialistischen Geschichtsauslegung*“ ab, da diese weniger vom Denken und Glauben ausgehe, sondern mehr auf den Wandel der „*Produktionsprinzipien*“ abstelle (S. 136f.).

Resümierend werden schließlich drei große historische Kulturformen unterschieden: die „*ressourcennutzende Versorgungspraxis*“ der Jäger- und Sammler, die seit dem Neolithikum verbreiteten „*Ressourcenausbeutungspraktiken*“ der Acker- und Stadtbaukulturen“ und die am Prinzip der Kapitalproduktion ausgerichtete Praxis der Ressourcenaktivierung der

„kapitalgetriebenen Kulturen der Neuzeit“ (S. 139). Glauner beschreibt anschaulich, wie in der mehr als 500jährigen Geschichte des Kapitalismus die kapitalgetriebene Versorgungspraxis mit der „Selbstverkapitalisierung der Menschen“ (S. 154) einhergehe, bei der immer weitere Teile der Lebenswelt der Kapitallogik unterworfen werden. Hierfür findet der Begriff der „Entfremdung“ Verwendung: Da, wo die Selbstverkapitalisierung abgeschlossen ist, so der Schluss, komme es zur „finalen Entfremdung“, zur „*Entfremdung der Menschen von sich selbst*“ (S. 156). Gemeint ist hier ein Zustand, in dem die Selbstbeziehungen der Menschen in „ein sinnentleertes Selbstverhältnis der reinen Sachlichkeit“ umgeschlagen sind (ebd.). Es gibt zahlreiche Beispiele in der Literatur, worin diese Entwicklung frühzeitig prognostiziert worden ist, so die Figur des „letzten Menschen“ im „Zarathustra“ von Friedrich Nietzsche oder die des „Fachmenschen ohne Geist, Genußmenschen ohne Herz“ bei Max Weber. All dies gipfelt schließlich, so der Autor, in einer „Religion der Werte“, worin das Kapitaldenken „zu sich selbst“ kommt, zu seiner Vollendung. Dies aber bedeutet nichts anderes als den „Vollzug der egogetriebenen Religion des Kapitals“ (S. 179). – In dieser Darstellung mag viel Wahres stecken, analytisch aber vermag sie trotzdem nicht zu überzeugen, da in ihr die Dialektik auf den Kopf gestellt ist. Nicht das *reale* Kapitalverhältnis wird als Grund für die Deformation des menschlichen Daseins genannt, sondern das „Kapitaldenken“. Nicht die real existierende kapitalistische Produktionsweise wird als Grundlage für die Zerstörung der Welt erkannt, sondern die *Idee* der Identität von Freiheit und Wohlstand, die Dominanz des „ökonomischen Denkens“, die „Religion der Ökonomie“, der „Geist der ökonomischen Vernunft“, der „Gottesdienst der Aufklärung“ usw. (S. 183).

Im abschließenden Kapitel treibt Glauner seine Analyse weiter und dringt bis zu der Frage nach dem „eigentlichen Treiber“, den letztlich Schuldigen für die ökologische Katastrophe und die beschriebene Weltzerstörung vor. Diese seien *nicht* unter den Superreichen und Mächtigen dieser Welt zu finden, nicht im „Turbokapitalismus“ auszumachen, sondern in unserem „Denken und Handeln“, das, so seine Worte, „im Kielwasser des abendländischen Denkens die Dimensionen der Werte (das Ethische) und der Wahrheiten (die Wirklichkeit) so zusammenspannt, dass dieses Denken selbst den heutigen Kapitalismus [...] beflügelt“ (S. 191). Danach sind es nicht „die Reichen und Superreichen“, die mit ihrem exzessiven Konsum für die Umweltsünden verantwortlich zeichnen, sondern „wir alle“. Der Autor exemplifiziert diese Aussage anhand des CO₂-Ausstoßes und rechnet den Lesern vor, dass alle Milliardäre zusammen gerade mal 0,049 Prozent der Emissionen verursachen (S. 192). – Das mag stimmen, aber sind nicht die Reichen und Superreichen zugleich die Mächtigen in dieser Welt? Und liegt nicht die Entscheidung über die Produktion letztlich in ihrer Hand, während die große Masse der Menschen zu bloßen „Verbrauchern“ degradiert worden ist? Eine „Neucodierung“ des Wirtschaftsmodells, wie sie der Autor anmahnt, ist deshalb nicht (nur) eine Frage der Mentalität, des Bewusstseins und der Ethik, sondern setzt doch wohl eine „Neucodierung“ der politischen und ökonomischen Strukturen und Verhältnisse voraus. Davon aber steht *nichts* in diesem Buch. Die als Lösungsansatz empfohlene „Ethikologie“ orientiert m.E. entschieden zu einseitig auf das *Denken* und zu wenig auf die ökonomische Realität. Wirtschaft aber ist mehr als nur eine Denkform, eine Idee oder ein Wort!