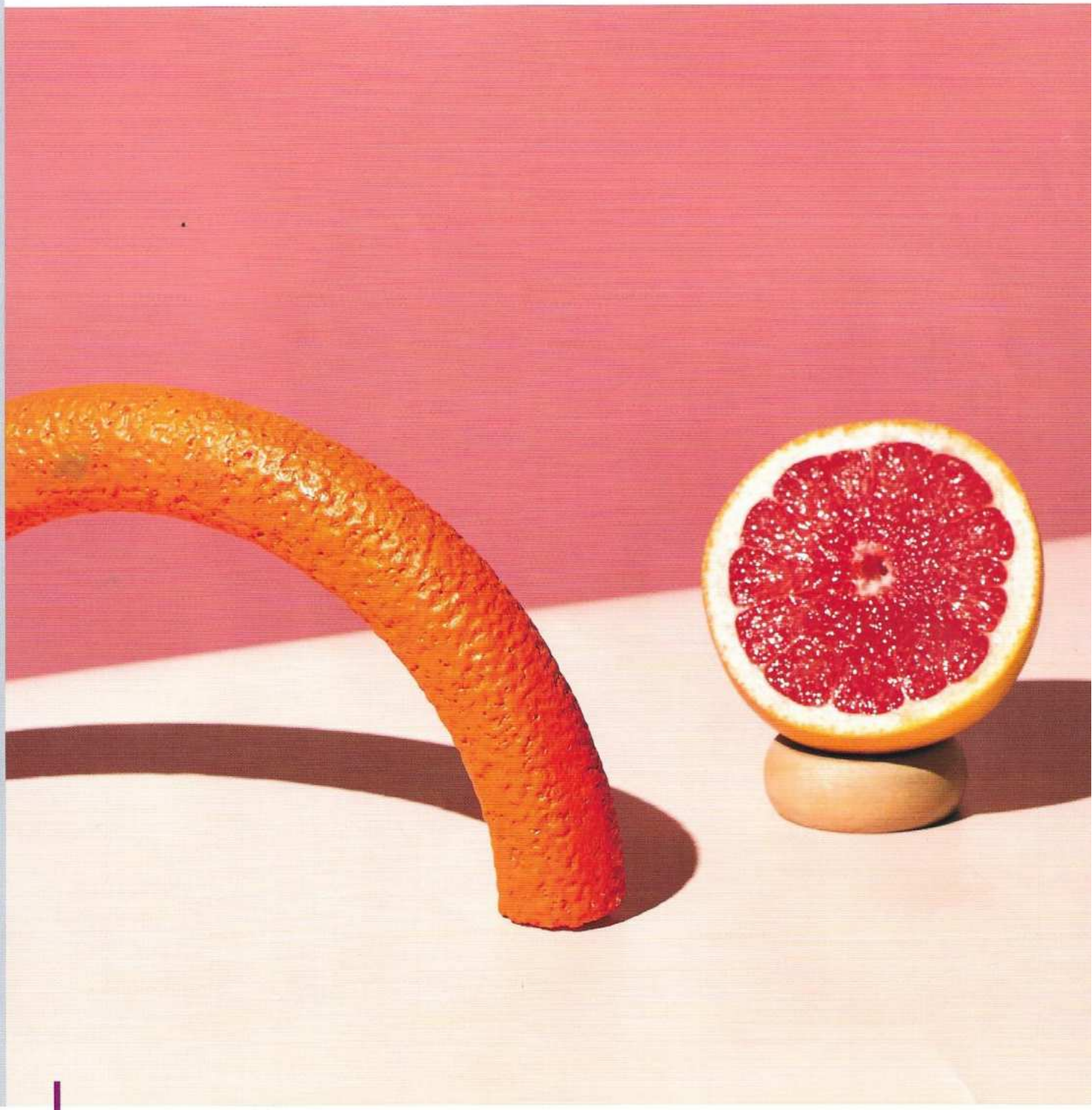
Nachrichten aus der Chemie

72. Jahrgang I September 2024



Mitteilungsblatt der Österreichischen Chemischen Gesellschaft
Verlagspostamt 1010 Wien P.b.b. / 05Z036512 M
WILEY-VCH
GDCh Zeitschrift der Gesellschaft Deutscher Chemiker

Schlaglicht
Lebensmittel
ab S. 3

Mikrowellen
Festkörpersynthesen
S. 65

GDCh
Neuer Geschäftsführer
S. 92

GDCh.app

Nachrichten aus der Chemie

Titel:
Lebensmittel mal anders betrachtet [ab S. 3]. Foto: Seventyfour / Adobe Stock

Zeitschrift der Gesellschaft Deutscher Chemiker
Mitteilungsblatt der Österreichischen Chemischen Gesellschaft
Band 72 | September 2024
WILEY-VCH

Bildung + Gesellschaft

Leitartikel
3 **Lebensmittel und Nachhaltigkeit**
Monika Pischetsrieder

6 **Notizen aus Forschungspolitik und Bildung**

Didaktik
8 **Jedes Böhnchen gibt kein Tönchen**
Hanne Rautenstrauch
Wie Tabletten unverdauliche Oligosaccharide zersetzen.

Lebensmittelchemie
12 **Schokolade kann noch besser**
Brigitte Osterath
Was neue Verarbeitungsprozesse und Analytik bringen.

Pro & Contra
16 **Pro: Hochverarbeitete Lebensmittel**
Contra: Hochverarbeitete Lebensmittel
Sascha Rohn

Schulexperimente
18 **Milch oder nicht?**
Laura Lüddeke, Waltraud Habelitz-Tkotz
Nachweisreaktionen für Milch und pflanzliche Alternativen.

Chemie (be-)trifft Alltag
23 **Nachhaltige Ernährung als Unterrichtsthema**
Sabine Struckmeier, Bernhard Sieve
Lernende zu Mündigkeit und Teilhabe erziehen.

Literatur und Chemie
27 **Goethes psychochemisches Gleichnis**
Ekkehard Hintzsche
Goethes vielseitiges Gespür für die Chemie.

Karrierekolumne
31 **Die hypothetische Stellenbeschreibung**
Philipp Gramlich

Industrie + Technik

32 **Notizen aus der Wirtschaft**

Lebensmitteltechnik
34 **Cremige Kreationen: Konsistenz ist Kunst**
Eliza Leusmann
Wer sich vegan ernährt, muss nicht auf gewohnte Geschmäcker und Mundgefühle verzichten.

Fleischalternativen
37 **Pflanzliche Proteine prüfen**
Christian Ehrensberger
Eine Datenbank soll helfen, pflanzliche Proteine miteinander zu kombinieren.

Patentwesen
40 **Trend-Foods richtig anmelden**
Ingo K. Strehlke, Alexandra Bettermann
Schutzrechte für eigene Techniken helfen dabei, Marktpositionen zu definieren, zu festigen und auszubauen.

Lebensmittelindustrie
42 **Nebenströme nachhaltig nutzen**
Maren Bulmahn
Lebensmittel auf der Prozessindustriemesse Achema.

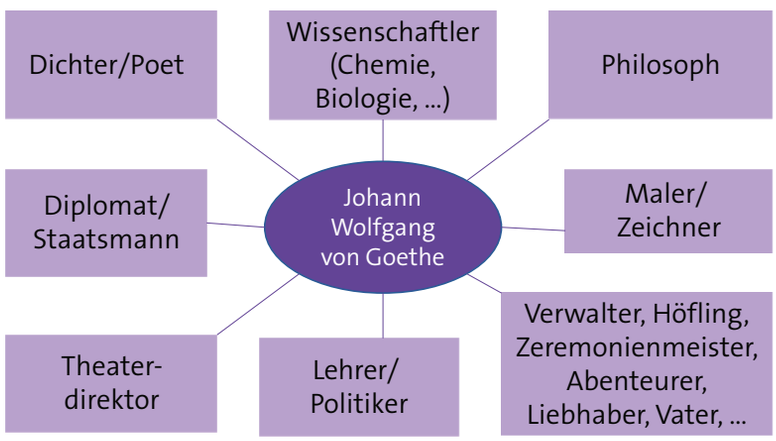
Desinfektion
45 **Lichtpulse killen Keime**
Peter Schullerer, Ellen-Christine Reiff
Gepulstes UV-Licht liefert saubere Verpackungen für Molkereiprodukte.

Lebenswissenschaften
47 **Longevity – ein Buzz-Word**
Gunter Festel
Eine Non-Profit-Organisation fördert auf Forschungsprojekten basierende Start-ups im Frühstadium.

Literatur und Chemie

Goethes psychochemisches Gleichnis

Am 28. August jährt sich zum 275. Mal der Geburtstag Johann Wolfgang von Goethes. Sein Roman „Die Wahlverwandtschaften“ von 1809 ist nicht nur ein Meilenstein seines literarischen Schaffens: Neben Goethes Fähigkeit zur tieferen zwischenmenschlichen Analyse zeigt sich darin auch sein vielseitiges Gespür für die Chemie.



Johann Wolfgang von Goethe (im Porträtbild mit 62 Jahren im Jahr 1811) zeichnete sich auf vielen Gebieten aus: Seine äußerst vielseitigen beruflichen und privaten Facetten spiegelten sich auch in seinem Werk, etwa dem 1809 veröffentlichten Roman „Die Wahlverwandtschaften“.

Die Zeit von der Mitte des 18. bis zum Ende des 19. Jahrhunderts war geprägt von weit reichenden Ereignissen und Entwicklungen in Politik, Gesellschaft und Wissenschaft. Der Geist des Zeitalters der Aufklärung war der Nährboden für eine rasche und differenzierte Entwicklung in Philosophie, Wissenschaft und Politik.[1] Die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert war auch geprägt von den späten Jahren der Alchemie und den frühen Jahren der modernen Chemie.

Das Konzept der Wahlverwandtschaft war wie ein Glücksfall für den Dichter, den „Wortkünstler“ Johann Wolfgang von Goethe. Der Begriff wurde zur damaligen Zeit sowohl in der Chemie als auch in der Philosophie benutzt – eine Art literarische Steilvorlage. Auf den ersten Blick und aus heutiger Sicht sind Chemie, Philosophie, Alchemie, (Wahl-)Verwandtschaften und Reaktionen vielleicht verschiedene Themen. Sie zu verknüpfen und daraus ein Gesamtbild, eine übergreifende Geschichte zu kreieren, war eine außerordentliche Leistung Goethes.

Das Gleichnis im Roman

Goethes Roman „Die Wahlverwandtschaften“ beschreibt die Geschichte des in abgeschiedener Zweisamkeit lebenden Paars Charlotte und Eduard, deren Ehe durch das Hinzukommen zweier weiterer Personen auseinanderbricht.[2] Wie in einer chemischen Reaktion erfahren beide Eheleute eine starke, erwiderte, neue Anziehung: die vernunftbetonte Charlotte zu dem verständig-tatkräftigen Hauptmann Otto; der impulsiv-leidenschaftliche Eduard zu der heranwachsenden, auf stille Weise reizvollen Ottilie. Der Konflikt zwischen Begehren und Vernunft führt schließlich zu einem tragischen Ende.

Im Kapitel 4 des Romans lässt Goethe seine Hauptakteure selbst über die Wahlverwandtschaften diskutieren. Sie benutzen dafür einerseits beispielhaft konkrete chemische Verbindungen, etwa $CaCO_3$ (Kalk) + H_2SO_4 → $CaSO_4$ (Gips) + H_2CO_3, verallgemeinern aber gleichzeitig mit der Symbolik von Buchstaben (AB + CD → AD + BC), deren allgemein verständliche Symbolkraft auch die Nicht-Chemiker-Leserschaft anspricht.

Zusätzlich lässt sich in dem Roman etwas über Reaktionsbedingungen, mögliche Rückreaktionen, Reaktionsgleichgewichte oder Reaktionsgeschwindigkeiten erfahren. Welcher chemische, materielle Partner welcher der Hauptfiguren (Eduard, Charlotte, Otto und Otti-

Ekkehard Hintzsche, Jahrgang 1963, ist Privatier und seit 2019 freiberuflich an Bildungseinrichtungen unterwegs mit Vorträgen wie „1,2-Dithiine“, „Phänomene von Wasch- und Reinigungsmitteln“ und „Geschichte der Chemie“. Bis 2019 war er bei der Firma Henkel in der Supply Chain des Unternehmensbereichs Wasch- und Reinigungsmittel in unterschiedlichen Positionen tätig. Er hat an der Universität Halle/Wittenberg Chemie studiert und 1993 im Fachbereich Organische Chemie promoviert.

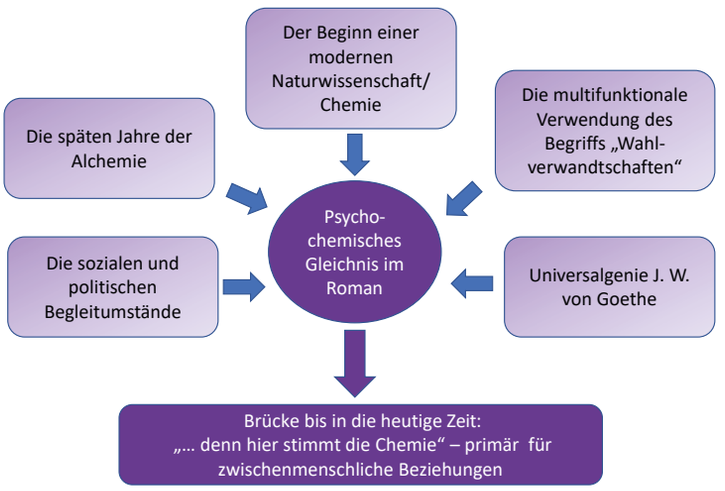


Abb. 2. Begünstigende Einflussfaktoren für Goethes Roman „Die Wahlverwandtschaften“.

lie) des Romans am ehesten entspricht, ist eingehend untersucht und interpretiert worden.[3)]

Wie eine starke Säure (H_2SO_4) eine schwächere (H_2CO_3) aus ihrer Salz-Wahlverwandtschaft ($CaCO_3$) verdrängt, so verläuft auch eigenschaftsgesteuert das Schicksal im zwischenmenschlichen Bereich. Stärke und Impulsivität eines Eduard zieht eine schwache, weiche Ottilie in eine neue Verbindung. Vernunft (Charlotte) gepaart mit vermeintlicher Stabilität sortiert sich unter veränderten (Reaktions-)Bedingungen (plötzliche Verhaltensänderung Eduards plus ins Spiel kommender Hauptmann) neu. Eine Rückreaktion ist nur theoretisch-gedanklich, kommt chemisch beziehungsweise zwischenmenschlich nicht mehr zustande. Die Neukombinationen bei den Hauptakteuren finden ihre Tragik in den Einzelschicksalen, und wechselt der Leser den Blick wieder zur Chemie-Ebene, zerfällt die instabile Kohlensäure schnell zu Kohlendioxid und Wasser. Die Wahlverwandtschaften bieten eine Vielzahl von Symbolen, Verweisen, Metaphern und Parallelgeschichten.

Im Gegensatz zur verhängnisvollen Dramaturgie bei den Handelnden im Roman ist beim erfolgreichen, positiven Zusammenwirken von Menschen der Slogan „hier stimmt die Chemie“ heute selbstverständlich. Er kommt aus der Goethe-Zeit, und „Die Wahlverwandtschaften“ trugen sicherlich ihren Teil zur Entwicklung mit bei.[4,5)]

AUF EINEN BLICK

Johann Wolfgang von Goethe war in der Alchemie und der Chemie bewandert und fußte seinen Roman „Die Wahlverwandtschaften“ auf einer Reaktionsgleichung.

Goethe beschrieb in seinem Werk das interdisziplinäre Verhältnis zwischen Naturwissenschaft (Chemie) und Geisteswissenschaften (Philosophie).

Heute enthält bereits ein Fachgebiet mehr Wissen, als eine Person erfassen könnte. Universalgenies wie Goethe könnte es also nicht mehr geben.

Geschichtlicher Hintergrund

Gesellschaft, Philosophie, Religion, Kunst und die inzwischen selbstständigen Naturwissenschaften (natürlich auch die Chemie) sind intensiv vom Freigeist der Aufklärung (zirka 1700 – 1800) beeinflusst und geprägt. Fortschrittliche Adlige wie Großherzog Carl August von Sachsen-Eisenach-Weimar (1757 – 1828) ließen sich gerne mit aufstrebenden und intelligenten Aristokraten wie Goethe in Verbindung bringen, um einen eigenen mächtigen und qualitativ hochwertigen Hofstaat zu entwickeln.[6,7)] Dies war legitime und gängige Praxis. Zwischen dem Herzog und Goethe entwickelte sich eine tiefe Freundschaft, die neben Ämtern und einem sicheren und regelmäßigen Einkommen sogar die Verleihung eines Adelstitels an Goethe im Jahr 1782 bedeutete.

Für Goethes Situation gilt die alte Weisheit: Er war zur richtigen Zeit am richtigen Ort. Als Staatsmann (ab 1776), der mehrere Ämter und Ministerien (Bergbau, Militär, Jenaer Universität, Straßenbau, Wirtschaft) gleichzeitig innehatte und nun auch einen Adelstitel trug, hatte Johann Wolfgang von Goethe genügend Rückgrat, um einen so gesellschaftskritischen und sehr offenen Roman zu schreiben – nicht zuletzt, da er in seiner multifunktionalen Position vielseitige Eindrücke und Erfahrungen sammeln konnte.

Für das zwischenmenschliche Zusammenspiel in seinem Werk gab es natürlich auch Kritik von eher konservativen Köpfen seiner Zeit. Der Wechsel des Partners („Die zwischenmenschliche Wahlverwandtschaft“) war damals überhaupt nicht gern gesehen. Alles in allem brauchte Goethe jedoch keine Angst vor Kritik zu haben. Sich nicht um existenzielle Alltagsängste kümmern zu müssen, finanziell abgesichert zu sein, im Rücken einen Großherzog als Gönner zu haben und somit als Freigeist leben zu können, begünstigten die Entstehung eines so vielschichtigen Roman immens. Selbstverständlich soll dies keineswegs die Leistung und den Einfallsreichtum des Multitalents schmälern.

Auswirkungen der späten Jahre der Alchemie

Bereits in Faust 1 und 2 finden sich Hinweise auf Bilder und Gleichnisse der Alchemie: Wagner erschafft den Homunkulus, die Zauberei und Mephisto selbst.[8)] Goethe bezieht in „Die Wahlverwandtschaften“ reale, fundierte Tatsachen mit ein. Er erklärt beziehungsweise präsentiert eine chemische Gleichung

mit Edukten und Produkten, basierend auf dem Wissensstand seiner Zeit. Im Faust wird der reine Erkenntnisgewinn um jeden Preis betont, während im Roman „Die Wahlverwandtschaften“ zwischenmenschliche Beziehungen triumphieren, wenn auch auf tragische Weise.

Die Geisteswissenschaften widmen sich voll und ganz den Prozessen im Gehirn, den Verhaltenstypen von Individuen, Forschungsarbeiten und Theorien zu sozialen Systemen. Sie agieren entkoppelt von wissenschaftlichen Gesetzen, Formeln und Maßeinheiten.

Schon während seiner Frankfurter Jahre hatte sich Goethe ausgiebig mit der Alchemie beschäftigt. Wie ambivalent sein Verhältnis zu dieser alten Lehre war, lässt sich aus Aussagen in seinem Werk zur Farbenlehre von 1810 erahnen. Dort nennt er die Alchemie ein „Märchen, das auf einem eigenen natürlichen Grund beruht, der sich aus allgemeinen Begriffen ergibt“ und erklärt, dass die alchemistischen Schriften ihn „mehr zum Wahnsinn als zur Hingabe“ gedrängt hätten.[9)]

Beeinflussung durch die frühen Jahre der modernen Chemie

Die Chemie war zu Beginn des 19. Jahrhunderts mehr und mehr geprägt von Vorhersagbarkeit, Beweisbarkeit, Systematik sowie Struktur und Logik und schuf die Grundlage für eine mächtige Wissensmaschine, die schnell und fast exponentiell Erkenntnisse bereitstellte und fortlaufend bereitstellt. Die weitere Wissensflut machte somit eine aufkommende Spezialisierung unumgänglich.

Wichtig für diese Zeit des Wandels waren insbesondere die sich weiter verbessernden Randbedingungen für die Wissenschaft wie die Gründung vieler neuer Universitäten, Laboratorien inklusive technischer Ausstattung und Institute. Bücher und Zeitschriften waren nun weit verbreitet; gesammelt, dokumentiert und archiviert in vielen öffentlichen Bibliotheken. Ebenso schritt die Entwicklung wissenschaftlicher Vereinigungen, Akademien und Zirkel schnell voran, darunter die der altehrwürdigen Leopoldina, gegründet 1652; Goethe wurde 1818 Mitglied. Es begann eine kontinuierliche, lebendige und interdisziplinäre Kommunikation.

Goethe war ein Kenner beider Sphären, der Alchemie (Themen in seinem Faust) und der Chemie, unter anderem wegen seiner verantwortlichen Funktion für die Universität Jena, was eindrucksvoll in seinen literarischen Werken zum Ausdruck kommt.[10-12)]

Begriffe wandern zwischen den Wissenschaften

Die Begriffe Transmutation und Operation sind in der Alchemie allgegenwärtig und bezeichnen materielle Veränderungen. (Trans-)Mutation steht auch für den Glauben und die Hoffnung (oder Überzeugung?), etwas Höheres zu schaffen, etwas zu einer besseren Qualität zu mutieren oder etwas mit verbesserten Eigenschaften zu entwickeln, kurzum: eine bessere Gesamtsituation zu erreichen.[13)] Im 18. Jahrhundert, zu Goethes Zeiten, waren die Begriffe Affinität und Wahlverwandtschaften sehr gebräuchlich.[14)] Grundlage und wegweisend sind die Abhandlungen über die chemische Reaktivität und den Begriff der „Wahlverwandtschaft“ des schwedischen Chemikers und Mineralogen Tobern Olof Bergman (1735–1784).[15–16)] Er verstand unter dem Begriff die Triebkraft einer chemischen Reaktion, eine Bindung einzugehen.

In der heutigen Zeit sprechen wir ausschließlich von „Reaktionen“ und damit von Reaktionstypen, Reaktionsverhalten, Reaktionsbedingungen, Reaktionsgeschwindigkeit und so weiter. Begriffe wie Umwandlung, Neuanordnung, Umsetzung, Operation, Wechsel oder Übergang sind sehr allgemein und scheinen weit davon entfernt, wissenschaftlich zu sein. Ebenso lassen sie sich nicht nur der Chemie zuschreiben, was sich nachteilig auf die Präzision von Beschreibungen auswirkt. Andere Umschreibungen wie Mutation (heutzutage eher in der Biologie verwendet), Transformation (in der Physik), Konfiguration (vor allem in der Astronomie und Mathematik), Affinität (überwiegend mit Zeit, Kinetik, Tendenz, Intensität verbunden) und Wahlverwandtschaft (um Ähnlichkeit auszudrücken; in der Literatur, in der Philosophie) sind eher fachspezifisch. Alle oben genannten Begrifflichkeiten werden heute jedoch oft erst wieder auf den zweiten Blick mit dem „Reaktionsterminus“ in Verbindung gebracht.

In Anlehnung an das Reaktionskonzept wird der Reaktionsterminus keineswegs nur von der Chemie verwendet, sondern logischerweise auch in der Verhaltensforschung und Philosophie genutzt, denn Menschen zeigen Reaktionen, sie passen sich Bedingungen an. So ist eine Beziehung zwischen den Natur- und Geisteswissenschaften offensichtlich, beide können auf eine historische, al-chemi-

sche Nutzung zurückblicken, trennen aber heute das Materielle vom Geistigen.

Networking – damals wie heute

Johann Wolfgang von Goethe wird in der Literatur als „großes deutsches Universalgenie“ bezeichnet, also eine Art „Super-Genius“ seiner Zeit. Er kannte und beherrschte alle (wichtigen) Wissenszweige des 18./19. Jahrhunderts, auch aufgrund seiner vielfältigen und unterschiedlichen Berufe und Talente.

Das erscheint aus heutiger Sicht unglaubwürdig, ja sogar unverständlich. Die heutige Zeit ist geprägt von einer Datenflut, bereitgestellt von Servern auf der ganzen Welt und mit schier unbegrenzten Themen gefüllt. Aber dem enorm wissenshungrigen Goethe gelang diese Vielseitigkeit im Umfeld seiner Zeit auf hohem Niveau und auch mit einer erstaunlichen Tiefgründigkeit. Er selbst war kein Alchimist, nutzte aber die mystische Seite der Alchemie klug in seiner literarischen Kunst. Tatsächlich kann Goethe als Chemiker betrachtet werden, da er über die chemischen Kenntnisse des 19. Jahrhunderts verfügte, ohne ihn sofort mit einem Spezialisten seiner Zeit auf den gleichen Wissensstand stellen zu müssen.[10–12] In den Naturwissenschaften interessierte sich Goethe neben Chemie ebenfalls für Osteologie (Knochenlehre), Botanik, Geologie und Mineralogie.

Auf der chemisch-naturwissenschaftlichen Seite unterhielt er unter anderem engen Kontakt zu den Chemikern Johann Wolfgang Döbereiner (1780–1849; Professur an der Universität Jena auf Empfehlung Goethes 1810), Christoph H. Pfaff (1773–1852, ein aufstrebender Elektrochemiker seiner Zeit) und Johann Friedrich Göttling (1755–1809). Für sein philosophisches Engagement stehen zum Beispiel die Ernennungen von Johann Gottlieb Fichte (1762–1814), Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770–1831), Friedrich Wilhelm Josef Schelling (1775–1854) und auch Friedrich Schiller (1759–1805) zu Professoren der Philosophie in Jena: Ihre Berufungen verdankten sie Goethes Einsatz. Seinen Sinn und sein tiefes Verständnis für philosophische Fragen zeigen auch die erhaltenen Briefwechsel mit Kant (1724–1804). Somit erhielt das Universalgenie fortlaufend wertvollen Input von Spezialisten und blieb dadurch auf der Höhe der Zeit. Es sind heute noch rund 12 000 Briefe von und etwa 20 000 Briefe an Goethe erhalten – wahrlich ein imposantes analoges Networking.

Lehren ziehen für heute?

Sowohl Goethe als Universalgelehrter als auch die äußeren, förderlichen politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen waren ein Booster für die Schaffung des psychochemischen Gleichnisses im Roman „Die Wahlverwandtschaften“. Die Wissensflut und der rasante Weg der Entwicklung in die Moderne war gnadenlos und machten eine rasch fortschreitende Spezialisierung in der Wissenschaft unabdingbar. Damals waren und – noch wichtiger – heute sind eine qualitativ hochwertige Kommunikation und Zusammenarbeit gekoppelt mit gegenseitiger Wertschätzung.

Heutzutage ist niemand mehr in der Lage, ein Goethe, ein Universalgenie zu sein. Selbst innerhalb einer Disziplin wie Chemie oder Philosophie ist es unmöglich, alles zu wissen und zu verwalten. Dieser Umstand ist ein kräftiger Nährboden für die Entwicklung der Künstlichen Intelligenz (KI) in unserer internetbeherrschten Zeit. Auch in der Chemie kann man sich den Einsatz von KI sinnvoll und gewinnbringend vorstellen: enorme Datenmengen recherchieren, Möglichkeiten von Synthesen ausloten, Formeln entwerfen und vieles mehr.[17–19] Jedoch sollten die Bewertung der Ergebnisse und die Schlussfolgerungen daraus besser den menschlichen Gehirnen überlassen bleiben. ■

1) *A. Borgstedt, Das Zeitalter der Aufklärung (Kontroversen um die Geschichte). Wissenschaftliche Buchgesellschaft (wbg), München 2004*
2) *J. A. Froude, J. W. Goethe, Die Wahlverwandtschaften/ The Elective Affinities, 1. Auflage: Tübingen (Cotta), 1809; book/novel, bilingual Edition (German/English), publisher: M. Holzinger, Berlin 2015, 25 – 31*
3) *D. Swillims, Die Wahlverwandtschaften. Ein leidenschaftliches Experiment. GRIN Verlag, München (Englisch: The chemistry of – The Elective Affinities. A passionate experiment.), München 2012, 13 Seiten. www.grin.com/document/315498.*
4) *F. E. D. Schleiermacher, The Theory of the sociable behavior. Berliner Unger Verlag, Berlin 1799*
5) *https//gfds.de/die_chemie_stimmt (Stand: 02.11.2022)*
6) *Karl August, Briefwechsel Des Grossherzogs Carl August Von Sachsen-Weimar-Eisenach Mit Goethe in Den Jahren Von 1775 Bis 1828 (2). (English edition), General books, Berlin 2012*
7) *K. Hufbauer, „Social Support for Chemistry in Germany during the 18th century: How and why did it change“,* Historical Studies in the Natural Sciences *1971, 3, 205 – 231*
8) *A. S. Kline (for translation into English), E. Delacroix (for illustrations), J. W. Goethe Faust Parts 1 & 2. Poetry in Translation 2021*
9) *J. W. Goethe, Zur Farbenlehre, Zenodot Verlagsgesellschaft, München 2016*
10) *G. F. Hartlaub, Goethe als Alchemist, Euphorion (Universitätsschrift Heidelberg), 3. Auflage, 48, 19–40 (Universitätsverlag Carl Winter 195)*
11) *A. J. Gehrt, „Goethe the Chemist“,* J. Chem. Educ. *1934,* 11, *S. 543 – 561*
12) *J. E. Cluskey, „Goethe and chemistry“,* J. Chem. Educ. *1951, 28, 536 – 553*
13) *https://uk.wikipedia.org/wiki/Alchemy (mehr als 60 Primär-Literaturstellen) (Stand: 22.10.2022)*
14) *J. Berger, Affinität und Reaktionszeit in der Chemie des 18. Jh., Online-Publikation der GDCh-Fachgruppe „Geschichte der Chemie“, 1998, 14, 25 – 55*
15) *https://en.wikipedia.org/wiki/Torbern_Olof_Berg man (Stand: 02.11.2022)*
16) *T. O. Bergmann, De attractivnibus electives. (Englisch: „About the Elective Affinities“), University Thesis, Stockholm 1775*
17) *https://www.vci.de/ergaenzende-downlo ads/2020–06–12-vci-positionspapier-ai-whitepaper-eu-kom-final.pdf (Stand: 01.06.2023)*
18) *A. Scheuermann, „Künstliche Intelligenz in der Chemie“,* Zeitschr. Mess- & Anlagentechnik *2017, 21 – 25*
19) *www.boeckler.de/data/Boeckler_im puls_2020_01_S6–7.pdf (Stand: 01.06.2023)*

Weitere Literatur zum Roman „Wahlverwandtschaften“:

- *Review: https://metode.org/issues/monographs/goethe-i-lafinitat-entre-quimica-i-literatura.html (Stand: 11.10.2022)*
- *M. Bullock, „Goethe versus Benjamin: Elective Affinities and Marriage Equality“,* Monatshefte *2020,* 112*(1), 76*
- *A. O. Tantillo, Goethe's Elective Affinities and the critics, Camden House, Rochester, NY 2001*

Für Alchemie-Interessierte sei zudem auf die Publikationen von J. M. Rampling, M. D. Eddy, L. M. Principe, B. T. Moran, C. G. Jung und St. Clucas hingewiesen.