

**WSS**<sup>100</sup>

WERNER SIEMENS-STIFTUNG  
JAHRHUNDERTPROJEKT

## Inhalt Medienmappe

### Medienmitteilung 19.1.2024

*Redetext*

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dr.-Ing. E.h. Matthias Kleiner**

Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der Werner Siemens-Stiftung  
Projektleiter WSS-Jahrhundertprojekt

*Redetext und Powerpoint*

**Prof. Dr. Regina Palkovits und Prof. Dr. Jürgen Klankermayer**

Institut für Technische und Makromolekulare Chemie, RWTH Aachen  
Leitung des WSS-Jahrhundertprojekts: Katalyse für eine Kreislaufwirtschaft (catalaix)

*Redetext*

**Dr. Hubert Keiber**

Obmann des Stiftungsrats der Werner Siemens-Stiftung

*Redetext*

**Gianni Operto**

Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats der Werner Siemens-Stiftung

**Medienkontakte**

**Pressebilder**

**Downloads**

100 Millionen Schweizer Franken für eine nachhaltige Kunststoffchemie

## Ausserordentliche Förderung für unkonventionelle Forschungsideen

Aus bahnbrechenden Forschungsideen entstehen oft erst nach jahrelanger, harter Arbeit die erhofften wissenschaftlichen Erkenntnisse und wirksame Ergebnisse. In solche Ideen zu investieren, ist riskant. Private Stiftungen können solche Risiken eingehen. Die Werner Siemens-Stiftung (WSS) fördert seit 20 Jahren unkonventionelle, visionäre Forschungsprojekte in Naturwissenschaften und Technik – langfristig und mit grossen Beträgen. Zu ihrem 100-jährigen Bestehen startet nun ihr «Jahrhundertprojekt»: Die WSS finanziert mit insgesamt 100 Millionen Schweizer Franken über 10 Jahre ein Forschungszentrum an der RWTH Aachen, das eine nachhaltige Kunststoffchemie entwickeln wird. Die Preisverleihung fand am Freitag, 19. Januar 2024, in Luzern statt.

Spitzenforschung braucht einen langen Atem. Oft kommt sie nur langsam voran, gerät zuweilen gar ins Stocken oder muss neue Wege suchen. Das liegt auch daran, dass die übliche Forschungsförderung oft relativ kurze Laufzeiten hat. Weil Forscherinnen und Forscher am Ende jeder Finanzierungsperiode – oder meist schon mittendrin – Erfolge vorweisen müssen, ist es für sie schwierig, riskante Forschungsfragen abseits des Mainstreams zu verfolgen, für deren Beantwortung vielleicht viele Jahre nötig sind. Hier können sich private Stiftungen wie die Werner Siemens-Stiftung (WSS) entfalten. «Weil sie ihr eigenes Geld verwalten, ist ihre Risikofähigkeit in der Regel höher als jene der öffentlichen Forschungsförderung», sagt Gianni Operto, der Vorsitzende des wissenschaftlichen Beirats der WSS.

Die WSS unterstützt solche riskanten, potenziell bahnbrechenden Ideen. Das neueste und vielleicht ambitionierteste Projekt, das sie finanziert, sucht nichts weniger als eine Lösung für das umfassende Müllproblem der Menschheit. Ein multidisziplinäres Team um Regina Palkovits und Jürgen Klankermayer von der RWTH Aachen wird – aufbauend auf seiner Projektidee «catalaix» – in einem WSS-Forschungszentrum katalytisch getriebene Produktionsverfahren entwickeln, die eine mehrdimensionale Kreislaufwirtschaft in der chemischen Industrie ermöglichen.

### **Kunststoffe als Schwerpunkt**

Einen Schwerpunkt wird das Forschungsteam auf den Kunststoffsektor legen. Der Mensch produziert 400 Millionen Tonnen Plastik pro Jahr – doch nur etwa neun Prozent davon werden heute recycelt. Insbesondere gemischte Kunststoffabfälle fallen in riesigen Mengen an und sind ein ungelöstes Problem. Durch die Kombination von chemischen, elektrochemischen und mikrobiellen Katalyse-Verfahren wird das Aachener Forschungsteam solche Kunststoffe in wiederverwendbare Ausgangsstoffe umwandeln.

Die so entstehenden molekularen Bausteine sollen nicht nur in einzelnen, isolierten Stoffkreisläufen wiederverwendet werden. Sie sind derart massgeschneidert und vielseitig einsetzbar, dass sie sich je nach Bedarf in verschiedene Wertschöpfungsketten und Materialkreisläufe einspeisen lassen. Das wird die Grundlage schaffen für eine flexible, mehrdimensionale Kreislaufwirtschaft.

Das Aachener Team setzte sich mit seiner Idee in einem zweistufigen Wettbewerb durch, den die Werner Siemens-Stiftung anlässlich ihres 100-jährigen Bestehens im Jahr 2023 ausgeschrieben hatte. Mit insgesamt 123 Ideenskizzen bewarben sich hochkarätige Forschende aus Deutschland, Österreich und der Schweiz um dieses Grossprojekt, das die WSS für einen Förderzeitraum von zehn Jahren mit einem Finanzvolumen von insgesamt 100 Millionen Schweizer Franken ausstattet. Sechs Finalisten wurden ausgewählt und mit einem WSS-Forschungspreis – dotiert mit jeweils 1 Million Schweizer Franken – ausgezeichnet. Das Aachener Team gewann die Endausscheidung und wird an der festlichen Preisverleihung am Freitag, 19. Januar 2024, in Luzern (Schweiz) gewürdigt.

#### **Förderung mit bisher 300 Mio. CHF**

Das WSS-Forschungszentrum ist das grösste Vorhaben, das die Werner Siemens-Stiftung seit der Aufnahme ihrer gemeinnützigen Stiftungstätigkeit im Jahr 2003 finanziert. Aber es ist längst nicht das einzige mit einer grossen Vision. Insgesamt habe die WSS in den vergangenen zwanzig Jahren 25 Projekte in Deutschland, Österreich und in der Schweiz mit insgesamt rund 300 Millionen Schweizer Franken gefördert, sagt Dr. Hubert Keiber, Obmann des WSS-Stiftungsrats. Momentan laufen 16 Projekte in Naturwissenschaften und Technik mit einer Laufzeit von mindestens fünf Jahren.

An der ETH Zürich etwa arbeitet ein Team um Professor Jürg Leuthold an einem sogenannten Atomschalter – an einem Mikrochip, bei dem ein einzelnes Atom den Schaltkreis öffnet oder schliesst. Ein solcher Chip wäre noch einmal um mehrere Grössenordnungen kleiner und energieeffizienter als bisherige Chips. Die WSS unterstützt das Projekt für einen Zeitraum von neun Jahren mit 12 Millionen Franken.

#### **Thermoelektrizität und Antibiotikaresistenzen**

Am Institute of Science and Technology Austria (IST Austria) in Klosterneuburg bei Wien wagt sich Professorin Maria Ibáñez an die Thermoelektrizität – ein physikalisches Phänomen, das seit 200 Jahren bekannt, aber wenig erforscht ist. In thermoelektrischen Materialien wandern Elektronen entlang eines Temperaturgradienten, woraus sich Strom erzeugen lässt. Bisläng ist der Wirkungsgrad bescheiden. Mit einem Finanzvolumen der WSS von 8 Millionen Euro, verteilt über acht Jahre, möchte Maria Ibáñez neue, viel effizientere thermoelektrische Materialien entwickeln.

Das Projekt Paläobiotechnologie in Jena (Deutschland) wiederum fördert die WSS über einen Zeitraum von zehn Jahren mit 10 Millionen Euro. Professor Pierre Stallforth und Professorin Christina Warinner gehen damit das Problem der Antibiotikaresistenzen auf höchst ungewöhnliche Weise an: Sie suchen im Zahnstein von Frühmenschen nach Stoffen, die gegen heutige resistente Bakterien wirken. Kürzlich ist es dem Team weltweit erstmals gelungen, bis zu 100'000 Jahre alte mikrobielle Wirkstoffe zu isolieren und von heute lebenden Bakterien neu herstellen zu lassen.

«Solche Erfolge», sagt Stiftungsrats-Obmann Hubert Keiber, «machen natürlich auch uns als Geldgeber ein wenig stolz.» Denn die Fördergelder der Werner Siemens-Stiftung sollen Fortschritt ermöglichen – dank wissenschaftlicher Erkenntnisse und Innovationen. In bester Tradition des einstigen Erfinders und Firmengründers Werner von Siemens.

## Die Werner Siemens-Stiftung

Die Werner Siemens-Stiftung (WSS) hat ihren Sitz in Zug (Schweiz). In ihrem philanthropischen Teil fördert sie seit dem Jahr 2003 mit namhaften Beträgen herausragende Innovationen und den begabten Nachwuchs in Technik und Naturwissenschaften. Die unterstützten Forschungsprojekte gehen relevante Probleme unserer Zeit an und stehen an der Schwelle zur Anwendbarkeit. Momentan laufen 16 derartige Projekte. Sie alle haben eine Laufzeit von mindestens fünf Jahren.

Gegründet wurde die Werner Siemens-Stiftung 1923 in Schaffhausen von Charlotte von Buxhoeveden und Marie von Graevenitz geb. Siemens, den Töchtern von Carl von Siemens, der mit seinem Bruder Werner von Siemens den späteren Siemens-Konzern aufgebaut hatte. Einige Jahre später beteiligten sich drei weitere Frauen aus der Siemens-Familie als Zustifterinnen. Der Stiftungszweck bestand damals darin, Nachkommen der Siemens-Gründer finanziell zu unterstützen, die durch politische und wirtschaftliche Umbrüche in Not geraten waren.

[www.wernersiemens-stiftung.ch](http://www.wernersiemens-stiftung.ch)

*Redetext*

## Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dr.-Ing. E.h. Matthias Kleiner

**Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der Werner Siemens-Stiftung  
Projektleiter WSS-Jahrhundertprojekt**

Wie kann eine Stiftung, die aussergewöhnliche Forschungsprojekte fördert, ihr 100-Jahr-Jubiläum begehen? Diese Frage stand im Raum, als die Werner Siemens-Stiftung (WSS) begann, ihre 100-Jahrfeier im Jahr 2023 vorzubereiten.

Die Idee des wissenschaftlichen Beirates, anlassgemäss ein Jahrhundertprojekt auszuloben, das – ebenfalls anlassgemäss – mit 100 Million Schweizer Franken ausgestattet werden müsste, gefiel dem Stiftungsrat auf Anhieb. Und schnell waren sich die Stiftungsgremien einig: Was wäre besser geeignet als die Förderung eines ganz besonderen Forschungsprojekts! Da sich die WSS auf die Förderung der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Forschung fokussiert und ihr die Zukunft unseres Gemeinwesens sehr am Herzen liegt, entschieden wir uns für das Themenfeld: «Technologien für eine nachhaltige Ressourcennutzung» – «Technologies for Sustainability». Ist doch der nachhaltige Umgang mit den Ressourcen unseres Planeten die wohl grösste Herausforderung für die Menschheit.

Im Herbst 2022 schrieb die WSS deshalb einen Ideenwettbewerb für die Gründung eines WSS-Forschungszentrums aus, das sie für einen Förderzeitraum von zehn Jahren mit einem Finanzvolumen von insgesamt 100 Millionen Schweizer Franken ausstattet. Der hoch kompetitive Auswahlprozess war zweistufig: In einem ersten Schritt bewarben sich hochkarätige Forschende aus Deutschland, Österreich und der Schweiz mit insgesamt 123 Ideenskizzen.

Aus diesen Vorschlägen wählte die Stiftung sechs Ideeneinreichungen aus und verlieh ihnen je einen WSS-Forschungspreis, der mit jeweils 1 Million Schweizer Franken dotiert war. Diese sechs Finalisten erstellten daraufhin ausführliche Konzepte auf der Basis ihrer Ideen und präsentierten sie im vergangenen Dezember den Stiftungs-Gremien. In dem sorgfältigen, wissenschaftlich fundierten Entscheidungsprozess wurden auch externe Expertinnen und Experten zur Bewertung der Konzepte hinzugezogen.

Als Sieger hervorgegangen ist schliesslich das Projekt «catalaix: Katalyse für eine Kreislaufwirtschaft» eines multidisziplinären Teams um Professorin Regina Palkovits und Professor Jürgen Klankermayer vom Institut für Technische und Makromolekulare Chemie an der RWTH Aachen.

Das Siegerprojekt hat uns vollständig überzeugt, da es mit exzellenter Wissenschaft zur sehr attraktiven Wiederverwendung der molekularen Bausteine von Wertstoffen auf

einem hohen Produktionsniveau der Kunststoffchemie forschen wird. Insbesondere das effiziente Recycling von Kunststoffgemischen stellt eine weitreichende, revolutionäre Innovation für die nachhaltige Ressourcennutzung dar. Man denke nur an die vielen Millionen Tonnen Plastikmüll in den Weltmeeren, für die es immer noch keine wirkliche Lösung gibt.

Abfallströme werden künftig als wertvolle, wiederverwendbare Ressourcen genutzt. Das Forschungsteam will massgeschneiderte Katalysatorsysteme entwickeln und erneuerbare Rohstoff- und Energiequellen in den Recyclingprozess integrieren. Mit diesem Ansatz werden die bisherigen Reststoffe gezielt und flexibel in wertvolle Rohstoffe für die chemische Industrie und damit in neue Produkte umgewandelt.

*Redetext und Powerpoint*

## Prof. Dr. Regina Palkovits und Prof. Dr. Jürgen Klankermayer

**Institut für Technische und Makromolekulare Chemie, RWTH Aachen**

**Leitung des WSS-Jahrhundertprojekts: Katalyse für eine Kreislaufwirtschaft (catalaix)**

Die Wertschöpfungsketten der heutigen chemischen Industrie werden oft mit einem Baum verglichen, mit den – heute noch vorrangig fossilen – Rohstoffen im Wurzelbereich und einer Vielzahl massgeschneiderter Produkte im verzweigten Geäst der Baumkrone. Die Katalyse als unerlässliche Schlüsseltechnologie hat es ermöglicht, durch selektive Bildungsknüpfungen Funktionsmoleküle für die verschiedensten Anwendungsfelder effizient herzustellen. Im Fokus stand damit bisher eine lineare Wertschöpfung ohne Ressourcenrückgewinnung am Ende der Nutzung, deren Herausforderungen aktuell besonders im Kunststoffsektor zu erkennen sind. Vor rund 70 Jahren wurden Kunststoffe zu industriellen Massenprodukten und die herausragenden Materialeigenschaften haben sie in vielen Lebensbereichen und Industriesektoren unverzichtbar gemacht. Als endliche Ressource dienten bislang meist fossile Rohstoffe. Erst in jüngster Zeit wurden erste Alternativen auf Basis erneuerbarer Kohlenstoffquellen wie Kohlenstoffdioxid und Biomasse etabliert. Allerdings sind synthetische Polymere unabhängig von ihrer Rohstoffbasis so lange nicht nachhaltig, wie effiziente Prozesse zur Rohstoffrückgewinnung für diese Materialien fehlen. Bisherige Recyclingverfahren setzen entweder eine sortenreine Trennung voraus oder sind vorwiegend in der Lage, diese Materialien unter grossem Verlust von chemischer Funktionalität umzusetzen.

Zur Verdeutlichung der Herausforderung und der in Kunststoffen gebundenen Ressourcen können die Produktionsmengen und bisherigen Recyclingquoten herangezogen werden. Zwischen 1950 und 2015 wurden insgesamt 8,3 Milliarden Tonnen Plastik hergestellt, von denen aber nur 0,6 Milliarden Tonnen (7 %) recycelt wurden. Selbst mit modernen Recyclingtechnologien betrug die globale Recyclingquote zwischen 2000 und 2019 lediglich 9 %, während sich die weltweite jährliche Produktionsmenge seit 2000 fast verdoppelte auf 460 Megatonnen. Mit diesen Volumina trägt der Kunststoffsektor deutlich zur Emission von Treibhausgasen bei. Unsere Kollegin Professorin Grit Walther vom Lehrstuhl für Operations Management der RWTH Aachen University hat den enormen Beitrag in plakative Grössen umgerechnet. So werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Kunststoffsektors im Jahr 2050 etwa dem Ausstoss von 800 Kohlekraftwerken entsprechen. Gleichzeitig sind die dramatischen Auswirkungen der Plastikakkumulation in der Umwelt an vielen Stellen inzwischen mehr als deutlich geworden. Aktuell summiert sich die Menge der Kunststoffe im anthropogenen Bestand und in der Umwelt auf etwa 8 Gigatonnen und würde bis zum Jahr 2016 mit 16 Gigatonnen die Menge an Biomasse



aller lebenden Tiere und Pilze auf dem Planeten übertreffen. Zusätzlich ergibt sich eine enorme Verschmutzung mariner Ökosysteme mit Makro- und Mikroplastik.

Für die nachhaltige chemische Industrie der Zukunft sind klimaneutrale Prozesse und eine erneuerbare Rohstoffbasis unerlässlich. Besonders die Defossilisierung der Wertschöpfungsketten verlangt innovative Ansätze. Es gilt, lineare Stoffströme umfassend hin zu einer zirkulären Wirtschaft umzugestalten. Hier setzt das Vorhaben «catalaix» mit der Vision an, unser Verständnis von Wertschöpfungsketten grundlegend hin zu Wertschöpfungskreisläufen zu verändern. Im Mittelpunkt des Konzepts steht die Katalyse – jene Technologie, die die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen erhöht oder sie erst ermöglicht. Für Katalyse-basierte Recyclingkonzepte gilt es, einen leistungsstarken Katalyse-Werkzeugkasten zu bestücken, mit dem Bindungen selektiv – unter maximalem Erhalt chemischer Funktionalität und damit maximalem Erhalt der bereits investierten Syntheseleistung – gespalten werden können.

Die Transformation der Produktionspfade erfordert eine Flexibilität der Wertschöpfungsketten, die in aktuellen Ansätzen nicht abgebildet ist. So zielen aktuelle Recyclingkonzepte für Kunststoffe vorrangig darauf, die zugrundeliegenden Bausteine zurückzugewinnen, um so dasselbe Produkt erneut herzustellen. In einer derartigen eindimensionalen Kreislaufwirtschaft liegen dann zahlreiche Stoffkreisläufe parallel nebeneinander vor, die aufgrund einer unterschiedlichen Lebensdauer und Menge der Materialien die Nutzung der bereits produzierten Mengen und den Übergang zu nachhaltigeren Produkten verhindern.

Mit Blick auf den Kunststoffsektor kann festgestellt werden: Während Verpackungsmaterialien einen sehr kurzen Lebenszyklus aufweisen und damit schon nach kurzer Zeit einem Recycling zugeführt werden müssen, verbleiben Dämmmaterialien für Jahrzehnte in der Anwendung. Zwischen diesen sehr unterschiedlichen Zeitskalen reihen sich andere Anwendungsfelder wie die Textilindustrie, Konsumgüter oder Kunststoffbauteile in Fahrzeugen ein. Auch mengenmässig unterscheiden sich diese Anwendungsfelder deutlich. Zudem werden Kunststoffe oft nicht in Reinform verwendet, sondern kombiniert und mit Zusatzstoffen wie Weichmachern, Stabilisatoren, Flammschutzmitteln oder Farbstoffen versetzt. Eine tragfähige ganzheitliche Kreislaufwirtschaft muss diesen unterschiedlichen Zeit- und Mengenskalen sowie der chemischen Diversität Rechnung tragen.

In unseren Laboren verfolgen wir einen neuen «Open Loop»-Ansatz. In diesem Ansatz streben wir an, durch die Integration von erneuerbaren Kohlenstoff- und Energieträgern in den Recyclingprozess eine molekulare Plattform zu bilden, die einen Transfer in andere Stoffkreisläufe erlaubt. So ermöglicht das «Open Loop»-Prinzip eine Verknüpfung der Stoffkreisläufe und den Übergang zu einer flexiblen mehrdimensionalen Kreislaufwirtschaft. Durch den maximalen Erhalt der bereits bei der früheren Produktherstellung investierten Syntheseleistung können somit aus dem Reststoff wertvolle Bausteine geschaffen werden, deren Integration in andere Wertschöpfungsketten und Materialkreisläufe die erforderliche Flexibilität eröffnet. So wird die dringend benötigte Verzahnung verschiedener Stoffströme für einen maximalen wirtschaftlichen Hebel ermöglicht. «catalaix» zielt damit auf nichts weniger als den vollständigen Umbau der heutigen chemischen Industrie ab.

Das «Open Loop»-Prinzip konnte mit massgeschneiderten Katalysesystemen bereits durch die Integration von grünem Wasserstoff und Biomasse-basierten Alkoholen aufgezeigt werden. Die Arbeiten hatten bereits in der frühen Phase die Anwendung im Blick und nutzen nicht nur Modellverbindungen, sondern reale Abfallströme. Hierbei wurde die Robustheit des Katalysatorsystems deutlich verbessert und auch die Stabilität gegen-

über den zu erwartenden Zusatzstoffen und Verunreinigungen optimiert. Zudem gelang es, Mischungen von Kunststoffen stufenweise abzubauen und in den Verfahren auch gleichzeitig das Produkt als Lösungsmittel einzusetzen, wodurch in der Aufreinigung eine deutliche Energieeinsparung möglich ist.

Die Motivation hinter der Verknüpfung der Stoffkreisläufe mit dem «Open Loop»-Prinzip ist es, eine Option zu schaffen, die einen selektiven Abbau von Kunststoffen bei einem minimalen CO<sub>2</sub>-Fussabdruck erlaubt. Erste Lebenszyklusanalysen aus der Integration von grünem Wasserstoff konnten diesen Vorteil für das «Open Loop»-Prinzip bereits bestätigen. Zudem wird durch die Umwandlung eines Reststoffs in einen massgeschneiderten Wertstoff der Übergang zu nachhaltigeren Kunststoffen vorbereitet und damit die Energiewende positiv mit der Kreislaufwirtschaft verknüpft.

Das interdisziplinäre Forschungsprogramm, das im WSS-Forschungszentrum umgesetzt werden wird, erstreckt sich über die verschiedenen Längen- und Zeitskalen von Molekül und der Katalyse über Material und Reaktor, Produkt und Prozess bis zu den angesprochenen Stoffkreisläufen und der damit verbundenen Systembetrachtung.

Den Ausgangspunkt bildet die Entwicklung von Katalysatoren und Reaktionssystemen, die selektiv, effizient und gleichzeitig robust mit komplexen Realströmen einsetzbar sind. Ein Schlüsselkonzept ist dabei das integrierte Katalysator- und Produkt-Design, durch das ein übergeordnetes Optimum zugänglich wird. Damit ein Katalysator jedoch effizient genutzt werden kann, müssen massgeschneiderte und industriell implementierbare Reaktorsysteme entwickelt werden. Eingebettet sind diese leistungsstarken Reaktorsysteme in ganzheitlich optimierte Verfahrenskonzepte für die effiziente Entwicklung hin zur Anwendung und eine frühzeitige Bewertung von wirtschaftlicher und ökologischer Tragfähigkeit. In der engen interdisziplinären Zusammenarbeit wird so ein integriertes Prozess-Produkt-Design ermöglicht, das den effizientesten Prozess für das vielversprechendste Produkt zugänglich macht. In diesem Sinne betrachtet die Systemebene Wertschöpfungspfade, die nachhaltig und in realen Märkten und Logistik-szenarien ökonomisch tragfähig sind. Dies ermöglicht die Detektion der Herausforderungen des Kreislaufwirtschaftssystems sowie der anfallenden Abfallströme. Damit wird nicht zuletzt eine Priorisierung von Handlungsbedarfen möglich. Die Technologieentwicklung wird zudem durch eine Nachhaltigkeitsbewertung begleitet. Eine frühzeitige Analyse von Integrationsstrategien in das Open-Loop-Kreislaufsystem stellt die Tragfähigkeit von Ressourcenverfügbarkeit und Marktpotential sicher.

Übergreifend kommen datengestützte Werkzeuge zum Einsatz, die über alle Längenskalen ein prädiktives und integriertes Katalysator-Prozess-Produkt-Design ermöglichen. Wir nutzen dabei eine Zusammenarbeit mit der Informatik, die uns völlig neue Möglichkeiten der Materialvorhersage ermöglicht. Mit diesen wichtigen Werkzeugen gelingt die beschleunigte Translation wissenschaftlicher Entwicklungen in «catalix», um schnelle Wirksamkeit zu erreichen.

Die politisch und gesellschaftlich geforderte Ressourcen- und Energiewende erfordert zweifelsfrei eine Transformation der traditionell linearen Produktions- und Nutzungsstruktur in der chemischen Industrie in eine ganzheitliche Kreislaufwirtschaft. Wir sind davon überzeugt, dass das Wirtschaftswachstum vom Primärressourcenverbrauch entkoppelt und Abfall als wertvolle Ressource verstanden werden muss. Dies erfordert tragfähige, neue Recyclingkonzepte für chemische Produkte. Durch die Integration von erneuerbarer Energie und erneuerbarem Kohlenstoff kann zudem eine wichtige Verknüpfung geschaffen werden, die langfristig Kosten reduzieren hilft, gerade im Hinblick auf die steigende Bepreisung von CO<sub>2</sub>.

## Werner Siemens-Stiftung

### WSS<sup>100</sup> – Jahrhundertprojekt

### Technologien für eine nachhaltige Ressourcennutzung

**catala**ix  
Catalysis for a Circular Economy

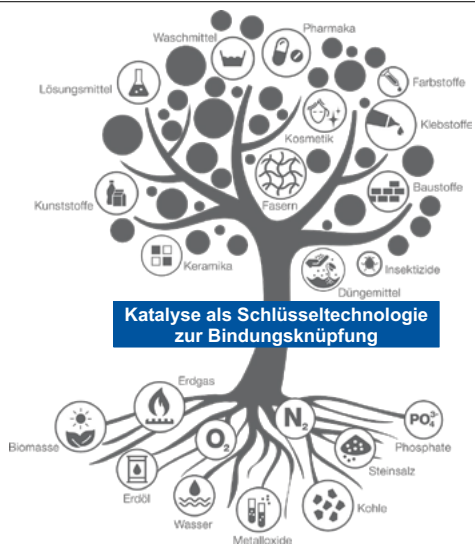
Jürgen Klankermayer  
Regina Palkovits

19. Januar 2024 – Luzern



1

## Bedeutung der chemischen Industrie

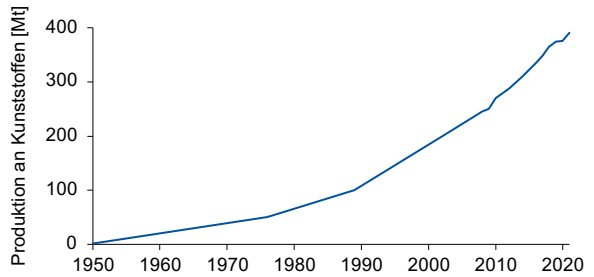


2



2

## Bedeutung des Kunststoffsektors

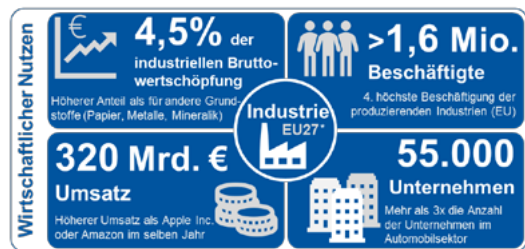


3



3

## Bedeutung des Kunststoffsektors



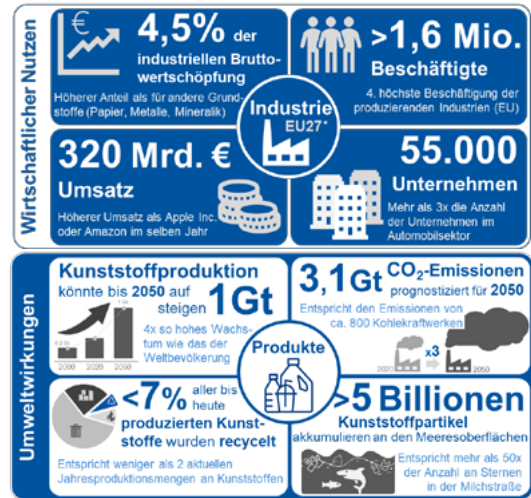
4

Bild Raffinerie: freepik.com



4

## Bedeutung des Kunststoffsektors: Linearwirtschaft

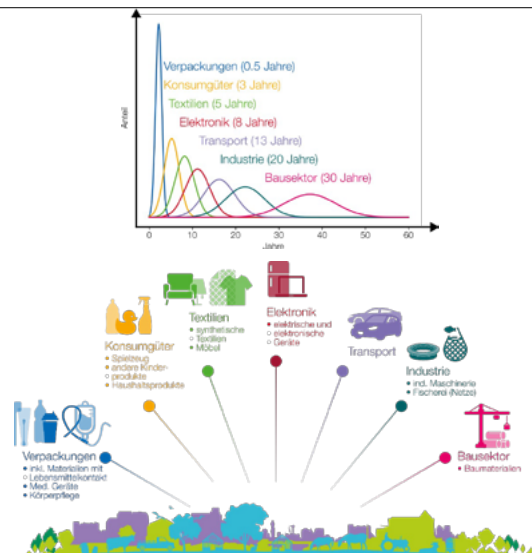
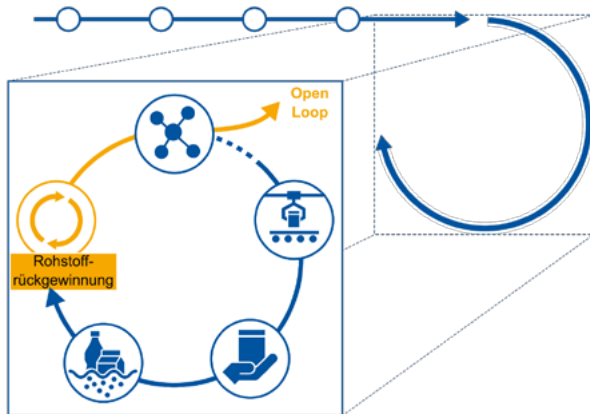


5



5

## Open-Loop-Prinzip

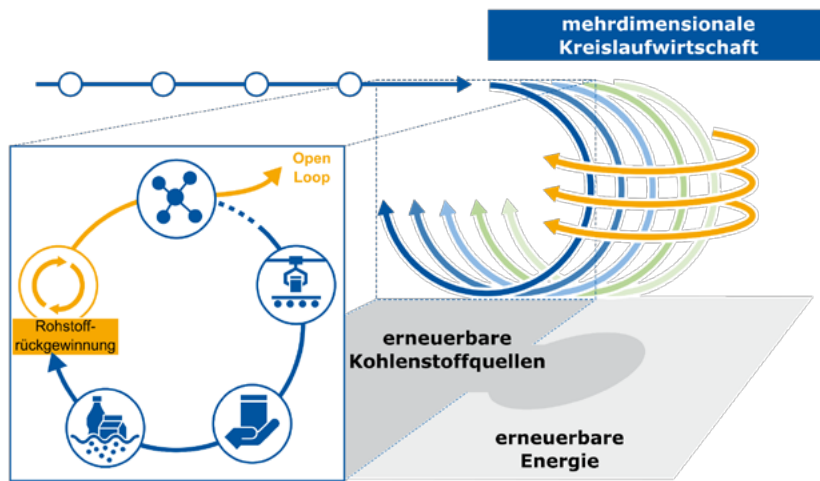


6

Geyer et al., *Sci. Adv.* 2017, 3, e1700782  
United Nations Environment Programme, *Chemicals in plastics: a technical report 2023*



6



*Redetext*

## Dr. Hubert Keiber

**Obmann des Stiftungsrats der Werner Siemens-Stiftung**

Diese Feierlichkeit zur Gründung eines WSS Forschungszentrums haben wir zwei tatkräftigen Frauen zu verdanken. Alles begann mit Charlotte von Buxhoeveden und Marie von Graevenitz, Töchtern des Carl von Siemens, der mit seinem Bruder Werner von Siemens den späteren Siemens-Konzern aufgebaut hatte. Sie gründeten im November 1923 die Werner-Stiftung in Schaffhausen in der Schweiz. Die Stiftungsgründung erfolgte angesichts von schweren Umbrüchen: von Not, Krieg und Mord am Ehemann Charlottes durch die Bolschewiki – und von Enteignung und Vertreibung im Zuge der Oktoberrevolution.

Die Stiftung sollte den Nachkommen von Werner und Carl von Siemens im Notfall ein finanzielles Auskommen sichern. Charlotte und Marie führten der Stiftung in den folgenden zehn Jahren erhebliche weitere Mittel zu. Ihrem Vorbild schloss sich ihre Schwägerin Eleonore von Siemens an, eine geborene Füssli. Anna Zanders und Herta Harries, Töchter von Werner von Siemens, stärkten das Vermögen der Stiftung weiter. 1936 wurde die Stiftung in Werner Siemens-Stiftung umbenannt und 1939 wurde sie nach Zug verlegt, wo die Stiftung auch heute noch ihren Sitz hat.

Seit 2003 ist die Stiftung auch gemeinnützig tätig und dient damit der Gesellschaft und dem Gemeinwohl. Mit ihren Erträgen wurde und wird Fortschritt ermöglicht – dank wissenschaftlicher Erkenntnisse und Innovationen. In bester Tradition des Firmengründers Werner von Siemens.

Die heutige Governance-Struktur der Werner Siemens-Stiftung sieht wie folgt aus: Ein Stiftungsrat bestehend aus drei Personen (neben mir Peter Athanas und Beat Voegeli) führt die Stiftung. Der Stiftungsrat hat unter anderem die Aufgabe, die Erträge des Anlagevermögens entsprechend dem Stiftungsstatut einzusetzen. Dazu gehören die Förderung der Familie und die Förderung des Gemeinwesens. Unterstützt werden wir von Erika Koller als einzige Festangestellte im Büro in Zug. Wir sind also für das operative Geschäft der Stiftung denkbar schlank aufgestellt.

Neben dem Stiftungsrat hat die Stiftung einen Beirat der Familie. Er besteht aus drei Mitgliedern der Familie Siemens. Dies sind Oliver von Seidel, der Vorsitzende des Beirats, Christina Ezrahi und Alexander von Brandenstein. Neben der Pflege des familiären Zusammenhalts ist es die Aufgabe des Beirats, den Stiftungsrat in seiner Arbeit zu unterstützen.

Im Rahmen der Gemeinnützigkeit fokussiert die Stiftung auf Projekte, die bahnbrechende

naturwissenschaftliche oder technische Fortschritte versprechen und auf Projekte, die helfen, die Herausforderungen unserer Zeit zu meistern. So knüpfen wir an Werner von Siemens an: den Erfinder, den Unternehmer, den Wissenschaftler. Wir wollen ähnlich innovativen Menschen heute produktives Arbeiten ermöglichen, das dem Wohlergehen unserer Gesellschaft dient.

Seit 2003, dem Beginn der gemeinnützigen Tätigkeit, haben wir 25 Projekte in Deutschland, in Österreich und in der Schweiz mit insgesamt rund 300 Millionen Schweizer Franken gefördert. Wir können diese Mittel dank des Vermögens der Stiftung einsetzen.

Im ersten Schritt haben wir als Stiftungsrat den Auftrag, unter den eingereichten Ideen diejenigen auszusuchen, die uns am vielversprechendsten erscheinen. Das ist alles andere als einfach. So sind wir dankbar, hierbei mit unserem Wissenschaftlichen Beirat zusammenzuarbeiten. Sein Vorsitzender, Gianni Operto, und die Professoren Gerald Haug, Matthias Kleiner, Peter Seitz und Bernd Pichler entwickeln und schärfen gemeinsam mit den Antragstellern jene Projekte, die dem Stiftungsrat und dem Beirat der Familie zur Vergabe vorgeschlagen werden.

Herr Operto wird Ihnen die Arbeitsweise und einige ausgewählte Forschungsprojekte vorstellen, die prototypisch sind für das Engagement der Werner Siemens-Stiftung. Und über deren tolle Entwicklung auch wir als Geldgeber ein wenig stolz sind.



*Redetext*

## Gianni Operto

**Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats der Werner Siemens-Stiftung**

Was kann eine Stiftung besser als die milliardenschwere staatliche Grundfinanzierung unserer Forschung? Ist unsere Forschung nicht bereits sehr gut und damit kaum zu verbessern?

Nun, vielleicht sind Stiftungen nicht besser, sondern ticken einfach anders. Die öffentliche Hand muss ihre Mittel auf viele Ideen verteilen – und versucht dabei, möglichst keine Fehler zu begehen. Deshalb haben es neue, verrückte Ideen (lies: Visionen) oft schwer in der öffentlichen Forschungsförderung.

Bei der Werner Siemens-Stiftung (WSS) hingegen stossen genau solche Ideen auf offene Ohren. Stiftungen verwalten ihr eigenes Geld. Natürlich wollen auch sie die wertvollen Mittel nicht verschwenden, aber ihre Risikofähigkeit ist entscheidend höher. Die WSS will nicht in der grossen Masse mitmischen, sie sucht das Alleinstellungsmerkmal mit nachhaltiger Wirkung. Das beginnt mit einer grossen Vision und führt unmittelbar zur Frage, ob und wie dieses Ziel zu schaffen ist. Solche Vorhaben lassen sich nicht anschieben und durchziehen, wenn sich 20 Förderer zu je 100 000 Schweizer Franken verpflichten. Das geht nur mit einem unternehmerischen Ansatz: Entweder man steigt ein, dann aber richtig, oder man lässt es bleiben.

Was braucht es dazu ausser Zeit, viel Hirnleistung und ebenso viel Begeisterung? Nun, es braucht viel Vertrauen. Das Forscherteam braucht die Gewissheit, dass sein Vorhaben über den erforderlichen Zeitraum finanziert ist und nicht von einzelnen Jahresbudgets abhängt. Und es muss die Zuversicht des Geldgebers spüren, dass der Einsatz Früchte tragen wird. Vielleicht nicht immer die ursprünglich erhofften, aber doch einen erheblichen Erkenntnisgewinn. Ich erinnere gerne an die Entdeckung der ersten siliziumbasierten Solarzelle im fernen 1952. Sie entstand quasi als Beifang der Batterieforschung, als drei Forscher aus scheinbar fremden Gebieten miteinander ins Gespräch kamen. Der Wirkungsgrad von Solarzellen war damals mit 0,5 % äusserst bescheiden. In der Forschung ist heute das Rennen auf 50 % angesagt, und wir sind stolz, die beiden Führenden in diesem Rennen heute hier unter uns zu haben. Diese Verbesserung ist alleine auf Forschung zurückzuführen.

Was tut die WSS, wie geht sie vor? Zunächst suchen wir bahnbrechende Ideen, die deutlich über eine inkrementelle Verbesserung des Forschungsstands hinausgehen, aber bereits über eine glaubwürdige Basis verfügen (der sogenannte Technology Readiness Level sollte Stufe 3 oder höher liegen). Trotzdem werden solche Ideen oft auch von führenden Expertinnen und Experten als «verrückt» eingestuft.

Wir versuchen, solche Ideen unabhängig zu beurteilen. Dabei ist die Erfahrung und Fachkompetenz meiner Kollegen im Wissenschaftlichen Beirat von unschätzbarem Wert. Ich glaube, es gelingt uns ganz gut, visionäre und trotzdem realisierbare Forschungsprojekte zu identifizieren. Schauen Sie sich die Poster der bisher von der WSS geförderten Projekte an, die im Saal aufgehängt sind. Sie werden staunen.

Ein paar Beispiele:

Wir wissen alle, dass die Miniaturisierung der Elektronik zwar scheinbar unaufhaltsam weitergeht, der Weg aber immer steiler wird. Und dann taucht einer auf mit der Vision eines Einzelatomschalters. Ja, Sie haben richtig verstanden: einen Schaltkreis mit einem einzelnen Atom öffnen oder schliessen. Wie verrückt ist das denn? Wie soll man sich das denn physisch vorstellen? Und dazu schleppt Professor Jürg Leuthold von der ETH Zürich noch einen jungen Mathematiker an, der behauptet, er könne diese Vorgänge simulieren. Ein solches hochgradig interdisziplinäres Vorhaben lässt sich mit der üblichen Forschungsfinanzierung nicht anschieben. Wir sind mit 12 Millionen Franken eingestiegen und haben bisher nichts bereut. Schauen Sie es sich an!

Oder die junge Assistenzprofessorin Maria Ibáñez am Institute of Science and Technology Austria (IST Austria) in Klosterneuburg bei Wien, die sich an die seit 200 Jahren bekannte Thermoelektrizität wagt und behauptet, der bescheidene Wirkungsgrad bei dieser Stromerzeugungstechnik sei kein Naturgesetz. Mit neuen Ansätzen sei hier einiges zu bewegen. Wir haben ihren Ideen Kredit gegeben und ihre Pläne mit 8 Millionen Euro unterstützt.

Was hören wir nicht alles von Zivilisationskrankheiten und Antibiotika-Resistenzen? Aber was wissen wir denn über die wirklichen Gründe, weshalb gewisse Krankheiten früher nicht auftraten? Oder wenigstens nicht zur Plage wurden? Zwei Forschende aus Jena, Professor Pierre Stallforth und Professorin Christina Warinner, wollen dieser Frage auf die Spur kommen. Denn mit modernen Methoden lassen sich die Genome von Bakterien aus Überresten von Frühmenschen rekonstruieren, mitsamt den damals wirkenden natürlichen Antibiotika. So werden in Jena, wo einst die erste industrielle Produktion des Antibiotikums Penicillin gelang, hoffentlich bald auch die Antibiotika-resistenzen geschlagen!

Quantencomputer sind weit mehr als eine grosse Hoffnung für die Zukunft. Die Erwartungen daran grenzen an Magie. Vorläufig ist deren Betrieb immer noch ein handfestes Ingenieurproblem, denn sie funktionieren nur bei Temperaturen knapp über dem absoluten Nullpunkt. Wie lassen sich Quanteneffekte bei Raumtemperatur stabil darstellen und steuern? Nur mit einem echten Quantensprung in der Forschung. Wir haben einem Team um Professor Roman Fasel an der Empa in Dübendorf 15 Millionen Franken zugesichert.

Dies ist nur eine zufällige Auswahl. Noch einmal lade ich Sie ein, sich die Poster der WSS-Projekte anzuschauen. Lassen Sie sich anstecken von unserer Begeisterung für Operationsroboter höchster Präzision; für künstliche Muskeln; für eine Bio-Tinte, deren Eigenschaften nachträglich von aussen gesteuert werden können; für Implantate, die Knochenbrüche besser und schneller heilen; für die neue Rolle des doch so bösen CO<sub>2</sub>, das in der Geothermie grossen Nutzen bringen kann. Schauen Sie sich die Poster an. Sie werden staunen – und Sie werden kein einziges langweiliges finden, das verspreche ich Ihnen.

## Medienkontakte

### **Für Fragen zum WSS-Forschungszentrum:**

Prof. Dr. Regina Palkovits  
Lehrstuhl für Heterogene Katalyse und Technische Chemie  
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen  
Tel: +49 241 802 64 97  
E-Mail: palkovits@itmc.rwth-aachen.de

Prof. Dr. Jürgen Klankermayer  
Lehrstuhl für Translationale Molekulare Katalyse  
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen  
Tel: +49 241 802 81 37  
E-Mail: jklankermayer@itmc.rwth-aachen.de

### **Für Fragen zur Werner Siemens-Stiftung (WSS):**

Dr. Hubert Keiber  
Obmann des Stiftungsrats  
Guthirthof 6  
6300 Zug  
Tel: +41 41 720 21 10  
E-Mail: hubert.keiber@wernersiemens-stiftung.ch

### **Für Fragen zum WSS-Jahrhundertprojekt:**

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dr.-Ing. E.h. Matthias Kleiner  
Projektleiter, Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats  
Tel: +49 151 152 228 36  
E-Mail: matthias.kleiner@wernersiemens-stiftung.ch

### **Für Fragen zu den laufenden WSS-Projekten:**

Gianni Operto  
Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats  
Tel: +41 76 396 76 85  
E-Mail: gm@operto.biz

## Pressebilder: WSS100-Aachen.zip

«catalaix» – katalytisch getriebene Produktions- und Recyclingverfahren



01

Professorin Regina Palkovits und Professor Jürgen Klankermayer vom Institut für Technische und Makromolekulare Chemie an der RWTH Aachen leiten das neue WSS-Forschungszentrum.

© WSS, Felix Wey



02

Professorin Regina Palkovits, Lehrstuhl für Heterogene Katalyse und Technische Chemie, RWTH Aachen

© WSS, Felix Wey



03

Professor Jürgen Klankermayer, Lehrstuhl für Translationale Molekulare Katalyse, RWTH Aachen.

© WSS, Felix Wey



04

Laborflächen in Aachen. Im Hintergrund ein sogenannter Abzug, in dem chemische Reaktionen durchgeführt werden.

© WSS, Felix Wey



05

Im Technikum des Instituts für Technische und Makromolekulare Chemie an der RWHT Aachen werden in sogenannten Autoklaven chemische Versuche bei hohem Druck durchgeführt und Reaktorsysteme für katalytische Reaktionen im grösseren Massstab betrieben.

© WSS, Felix Wey



06

Im Technikum des Instituts für Technische und Makromolekulare Chemie an der RWHT Aachen werden in sogenannten Autoklaven chemische Versuche bei hohem Druck durchgeführt und Reaktorsysteme für katalytische Reaktionen im grösseren Massstab betrieben.

© WSS, Felix Wey



07

Besprechung der Resultate eines chemischen Experiments.

© WSS, Felix Wey





08

Kunststoffabfall wird für die chemische Reaktion vorbereitet....

© WSS, Felix Wey



09

...und in den Mahlbehälter einer Laborkugelmühle gefüllt.

© WSS, Felix Wey



10

In der Laborkugelmühle kann der Kunststoff in definierte Partikelgrößen gemahlen werden.

© WSS, Felix Wey



11

In der Laborkugelmühle kann der Kunststoff in definierte Partikelgrößen gemahlen werden.

© WSS, Felix Wey



12

Behälter und Kunststoff nach dem Mahlvorgang bei tiefen Temperaturen, die ein Schmelzen des Kunststoffs beim Zerkleinerungsprozess vermeiden.

© WSS, Felix Wey



13

Laborfläche mit sogenannten Handschuhboxen. Darin kann zur Bearbeitung empfindlicher Substanzen und Katalysatoren eine definierte Atmosphäre eingestellt werden, etwa frei von Sauerstoff und Wasser

© WSS, Felix Wey



14

Reaktoraufbau zur katalytischen Reaktion von Kunststoffabfall mit gasförmigen Komponenten.

© WSS, Felix Wey



15

Versuchsboxen für Experimente unter erhöhtem Reaktionsdruck.

© WSS, Felix Wey

## Downloads

**Newsartikel, Medienmitteilung, Medienmappe:**

<https://www.wernersiemens-stiftung.ch/detail/wss100-catalaix>

**Pressebilder (ZIP-Datei):**

<https://www.wernersiemens-stiftung.ch/downloads>