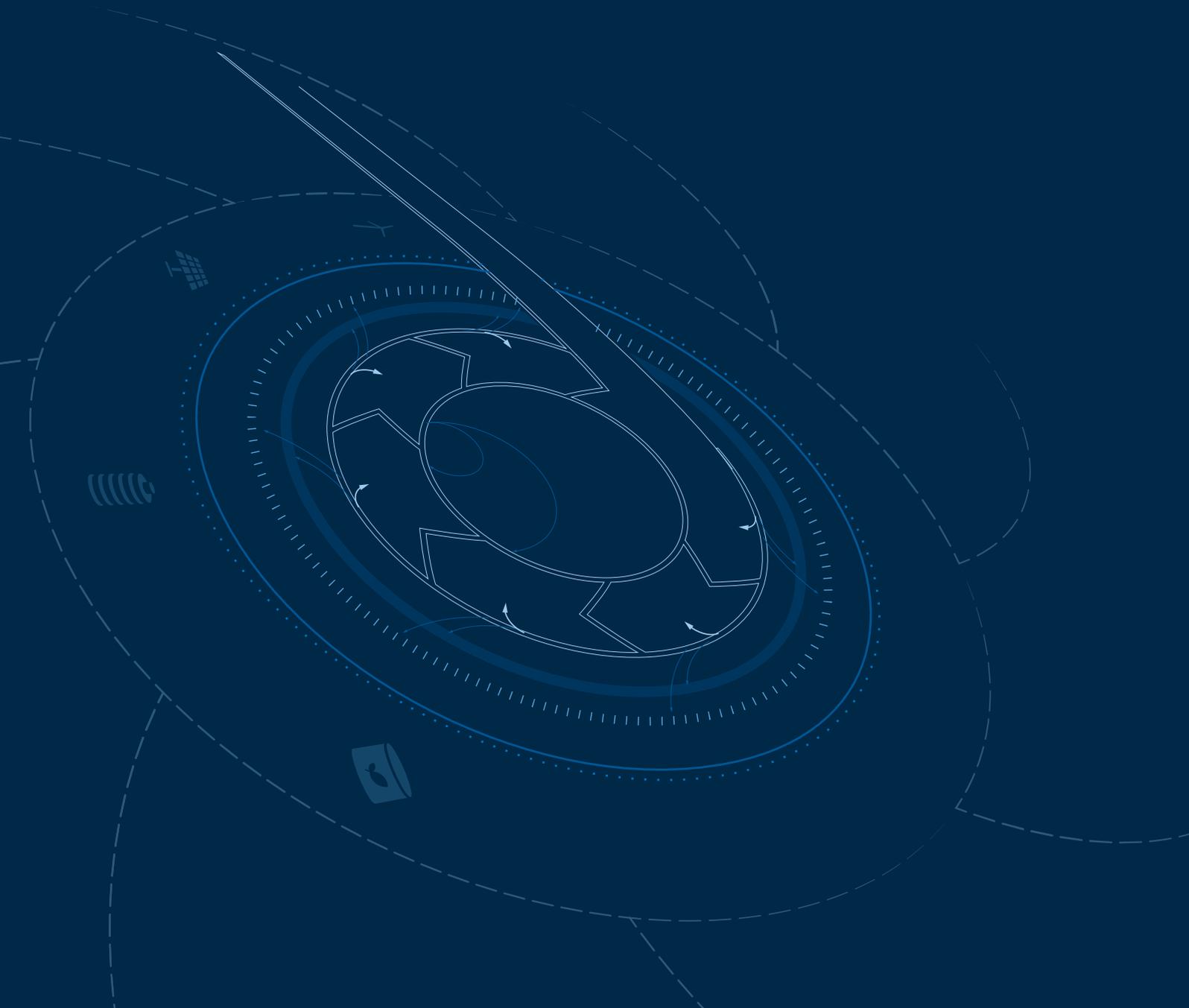


CirculaTUM

TUM Mission Network Circular Economy
an der Technischen Universität München
im Rahmen der TUM AGENDA 2030



CirculaTUM

Vorwort	4
Zusammenfassung	7
1. Motivation Circular Economy als zentrale Nachhaltigkeitsstrategie	8
2. Agenda Circular Economy	12
3. Themenschwerpunkte an der TUM	16
3.1 Industrielle Wertschöpfung	18
3.2 Gebaute Umwelt	20
3.3 Natürliche Kreisläufe und Bioökonomie	22
4. Kompetenzfelder der TUM für die Circular Economy	24
4.1 Geschäftsmodelle und Entrepreneurship	26
4.2 Prozesse und Verfahren, Digitale Enabler	28
4.3 Materialwissenschaft und Technik	30
4.4 Bilanzierung und Bewertung, Circular Finance	32
4.5 Konsumverhalten und gesellschaftlicher Wandel	34
4.6 Governance und Partizipation	36
5. Die Nachhaltigkeitstransformation von Wirtschaft und Gesellschaft gestalten.	38
5.1 Forschung zur Konzeptionalisierung und Umsetzung der Circular Economy	40
5.2 Nachhaltigkeit, ganzheitliches und systemisches Denken lehren	41
5.3 Mit Entrepreneurship die Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft gestalten	42
5.4 Gemeinsam mehr und schneller erreichen.	43
5.5 Globale Verantwortung wahrnehmen	43
Exkurs-Box: „Gesundheit & Krankheit“	44
5.6 Circular Economy in einem flexiblen und lernenden Netzwerk voranbringen	45
Ausblick und Perspektive	47
Impressum	48

Vorwort

Unser Heimatplanet schwebt, von der Sonne beschienen, durch das endlose All: Das Foto „Earthrise“ hat der Astronaut William Anders 1968 während der Apollo 8 Mission aufgenommen. Sinnbildlich kann es auch für die zwei Jahre zuvor von dem Ökonomen Kenneth E. Boulding veröffentlichte Arbeit „Economics of the Coming Spaceship Earth“ gesehen werden. Boulding postuliert darin, dass ein geschlossenes System ohne Materialaustausch mit der Umwelt, wie die Erde im All, in seiner Entwicklung an Grenzen stoßen kann.

Auch die Studie „Grenzen des Wachstums“ des Club of Rome (1972) oder der Bericht „Unsere gemeinsame Zukunft“ der Brundtland Kommission (1987) bekräftigen die fatale Abhängigkeit unseres Wachstums von begrenzten Ressourcen. Dennoch steigen der weltweite Verbrauch an Rohstoffen und fossilen Energieträgern, die Treibhausgasemissionen und die Mengen an Abfällen weiter an.

Wie können wir es vermeiden, zur Herstellung neuer Güter immer wieder aufs Neue Ressourcen aus dem Boden holen zu müssen? Wie können wir die Potenziale einer auf zirkulären Prinzipien beruhende Wirtschaft nutzen, um unserer ökologischen und sozialen Verantwortung gerecht zu werden und gleichzeitig wirtschaftlichen Erfolg zu steigern? Ziel der Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) ist es, den Ressourcenverbrauch zu verringern, Ressourcen intelligenter und effizienter zu nutzen und sie am Ende des Lebenszyklus eines Produkts nach Recycling, Rückgewinnung und Rückführung als werthaltige Materialien für künftige Produkte wiederzuverwenden. Diesen Kreislauf zu schließen bedarf eines transdisziplinären Innovationsansatzes, der die Kompetenzen der Natur-, Ingenieur-, Lebens-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften mit denen von Wirtschaftspartnern entlang gesamter Wertschöpfungsketten verbindet und die industrielle Implementierung beschleunigt.

Mit Weitblick und einer ambitionierten TUM Sustainable Futures Strategy 2030 hat die TUM eine nachhaltige Zukunftsgestaltung in den Fokus genommen. Beispielhaft steht dafür der TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit mit seinen integrativen Forschungs- und Lehrensätzen rund um nachwachsende Rohstoffe, Biotechnologie und Bioökonomie. Unsere TUM School of Life Sciences am Campus Weihenstephan forscht und lehrt skalenübergreifend von molekularen über zelluläre Systeme pflanzlicher und tierischer Organismen, von intelligenten Bioprozess- und Verfahrenstechniken über natürliche Ökosystemkreisläufe bis hin zu Ernährung und Gesundheit des Menschen im Schulterschluss mit der TUM School of Medicine and Health. Die TUM School of Engineering and Design und die TUM School of Computation, Information and Technology leisten entscheidende Beiträge, um durch Digitalisierung, Technologie und Prozessinnovationen industrielle Materialkreisläufe und Produktlebenszyklen zu schließen und unsere bebaute Umwelt sowie Mobilitäts-, Energie- und Kommunikationsversorgung intelligenter und nachhaltiger zu gestalten. Und für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und deren Umsetzung in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik setzen die TUM School of Management, die TUM School of Social Sciences and Technology und der TUM Think Tank wesentliche Impulse. Mit dem TUM Mission Network Circular Economy (CirculaTUM) vernetzen wir diese Institutionen der TUM, um Forschung, Lehre, Bildung und Transfer zur Circular Economy zu bündeln.



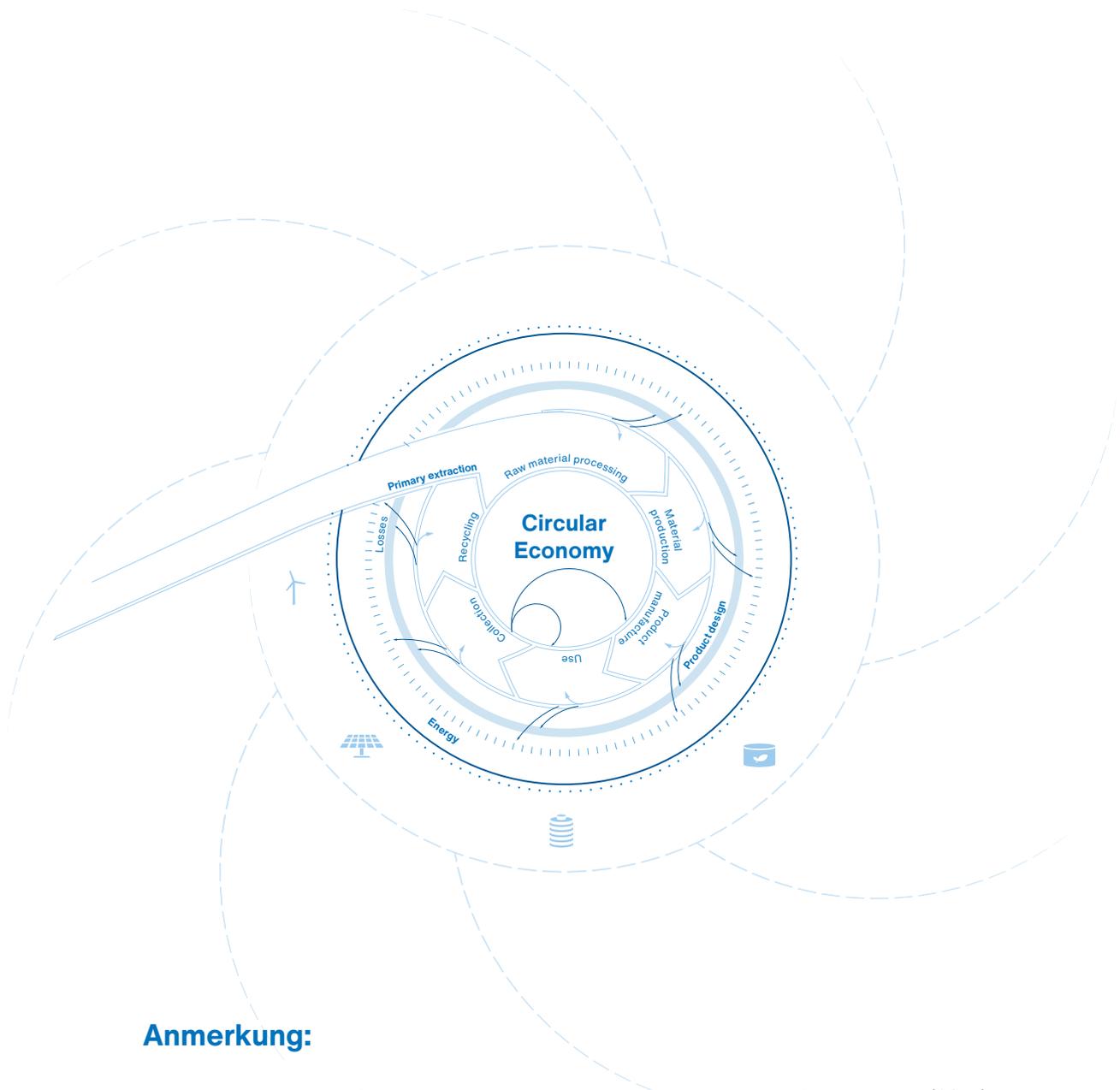
Wir brauchen aber auch Schnellstraßen für die beschleunigte Überführung neuer Kenntnisse und Entwicklungen in marktorientierte Innovationen und die wirtschaftliche Praxis. Dafür hat die TUM mit den TUM Venture Labs, dem An-Institut UnternehmerTUM sowie erstklassigen Industriepartnern ihr Innovationsökosystems kraftvoll erweitert. Mit CirculaTUM und dem Innovationsnetzwerk „Circular Republic“ verbinden wir Akteure über alle Fachrichtungen und Standorte hinweg mit Start-ups und etablierten Unternehmen entlang ganzer Wertschöpfungsketten. Damit leisten wir wesentliche Beiträge zur industriellen und gesellschaftlichen Transformation auf dem Weg zu einer Kreislaufwirtschaft.

Die grundlegenden Ideen für eine Circular Economy existieren schon länger - die Notwendigkeit sie umzusetzen, ist drängender denn je. Victor Hugo sagte einst, dass nichts stärker sei als eine Idee, deren Zeit gekommen ist. Einige unserer Überlegungen stellen wir Ihnen in dieser Broschüre vor. Ich möchte Sie einladen, uns darin zu unterstützen, mit neuen wissenschaftlichen Ansätzen zu einem nachhaltigeren Wirtschaften beizutragen. Und nun viel Freude und Inspiration beim Lesen.

München • Garching • Freising-Weihenstephan • Straubing • Heilbronn •
Ottobrunn/Taufkirchen • Singapur

Ihr

Thomas F. Hofmann
Präsident



Anmerkung:

Unser Verständnis von Kreislaufwirtschaft ist nahe an der Definition von Kirchherr et al. (2017):

„Kreislaufwirtschaft beschreibt ein Wirtschaftssystem, das auf Geschäftsmodellen basiert, die das Konzept eines Lebensendes von Materialien, Produkten und Dienstleistungen in Produktions-/Distribution- und Konsumprozessen durch Vermeidung, Wiederverwendung, Aufarbeitung und Recycling ersetzt. Dies findet auf der Mikroebene (Produkte, Unternehmen, Verbraucher), der Mesoebene (Öko-Industrielle Parks) und der Makroebene (Stadt, Region, Nation mit dem entsprechenden politischen Umfeld) statt, um so eine nachhaltige Entwicklung in Bezug auf Umweltqualität, wirtschaftlichem Wohlstand und sozialer Gerechtigkeit zum Nutzen heutiger und künftiger Generationen zu erreichen.“

Quelle: Kirchherr, J.; Reike, D. and Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling 127:221–232

Zusammenfassung

Wie können wir Wertschöpfung nachhaltiger und zugleich resilienter gestalten, Ressourcen intelligenter nutzen und für kommende Generationen bewahren? Mit dem TUM Mission Network Circular Economy (CirculaTUM) leistet die Technische Universität München einen Beitrag zur Neuerfindung unserer Wirtschaftsweise und der Entkopplung von Wohlstand und Ressourcenverbrauch.

Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsziele im Einklang mit der Sicherstellung industrieller Wettbewerbsfähigkeit und Versorgungssicherheit zu erreichen, ist das große Versprechen und die wesentliche Ambition der Transformation hin zu einer Circular Economy. Sie zielt auf ein Wirtschaften in möglichst geschlossenen Kreisläufen, die durch erneuerbare Energiequellen angetrieben werden und in denen auf nachhaltige Weise Werte geschaffen und erhalten werden.

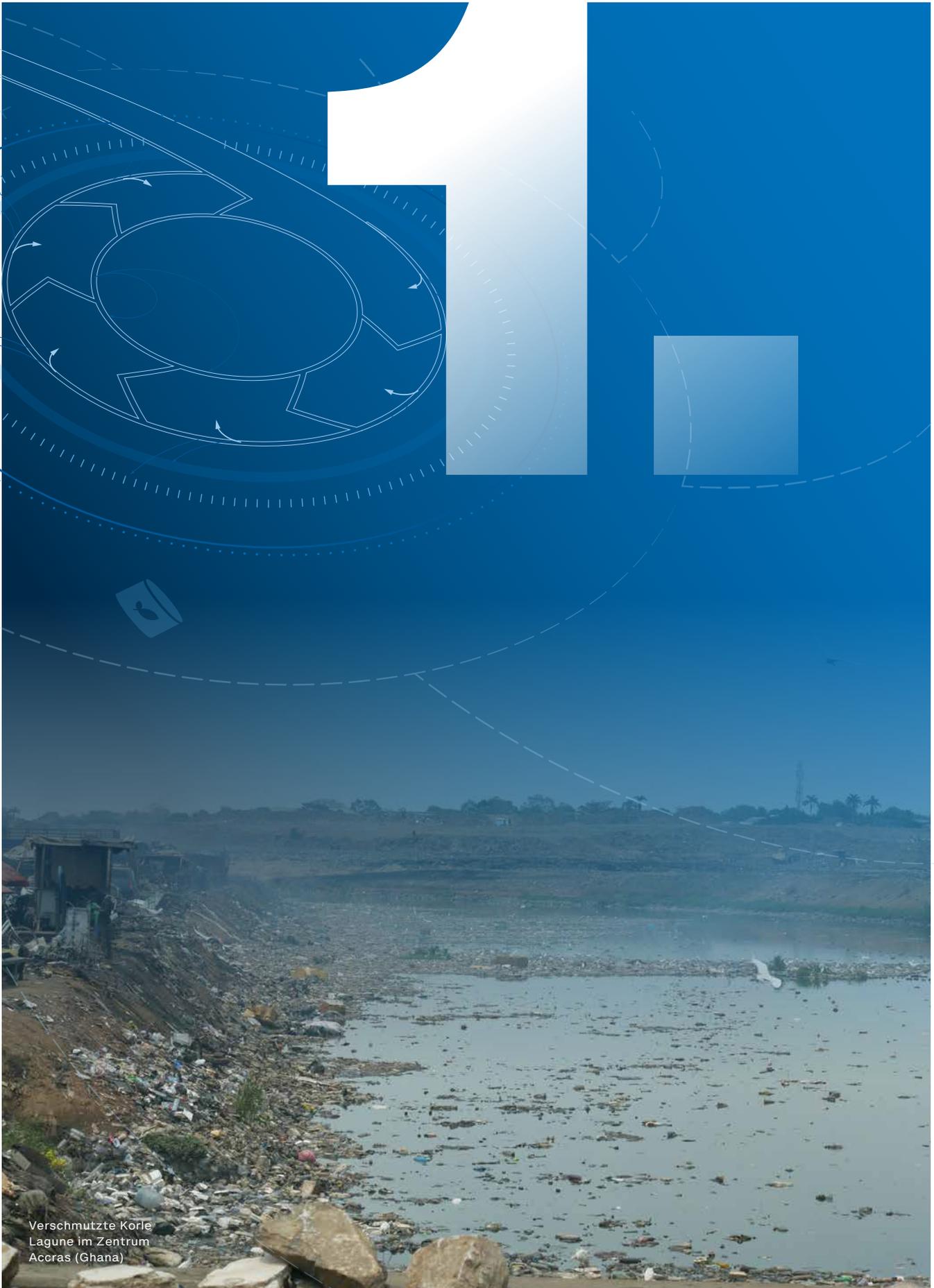
Um die großen Potenziale der Circular Economy nutzen zu können, bedarf es grundlegender Forschung zu dem Konzept, seinen Möglichkeiten und auch Grenzen. Dazu gehört die Entwicklung neuer, nachhaltiger Lösungen in den Bereichen Technologie, Materialien und Geschäftsmodelle, die aufgrund der Dringlichkeit der Herausforderungen direkt und unmittelbar umgesetzt werden müssen. Hinzu kommt die Frage, wie die Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft erreicht werden kann.

Für eine solche grundlegende Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft ist ein ganzheitlicher, systemischer und zirkulär gedachter Ansatz unabdingbar. Die Technische Universität München mit ihrem Forschungsprofil und Studienangebot über einzigartige Fähigkeiten. Kombiniert mit der unbändigen Neugier, Motivation und dem Unternehmergeist der Forschenden und Studierenden kann die TUM diesen epochalen Wandel aktiv mitgestalten.

Hierfür werden im Mission Network CirculaTUM die vielfältigen Kompetenzen der TUM über alle Disziplinen und Standorte hinweg gebündelt. Somit wird die Entstehung neuer Forschungsvorhaben vorangetrieben, die Vermittlung nachhaltigen und systemischen Denkens in komplexen Systemen unterstützt und zur Aktivierung studentischen Engagements und unternehmerischer Potenziale beigetragen. Als Impulsgeber für den Paradigmenwechsel zur zirkulären Wirtschaftsweise befördert CirculaTUM aktiv den Austausch mit Wirtschaft und Gesellschaft und leistet einen wissenschaftlichen Beitrag zur industriellen und gesellschaftlichen Transformation. Dadurch können Gesellschaft, etablierte Unternehmen und Start-ups von Forschungsergebnissen, wie auch exzellent ausgebildeten Fach- und Führungskräfte profitieren.

CirculaTUM konzentriert sich dabei auf die Themengebiete industrielle Wertschöpfung, gebaute Umwelt sowie natürliche Kreisläufe. In all diesen Kontexten sind die Querschnittsthemen Geschäftsmodelle und Entrepreneurship, Prozesse und Verfahren, Digitale Enabler, Materialwissenschaft und -technik, Bilanzierung und Bewertung bzw. Circular Finance, Konsumverhalten und gesellschaftlicher Wandel sowie Governance und Partizipation auf unterschiedliche Weise relevant und werden entsprechend transdisziplinär bearbeitet.

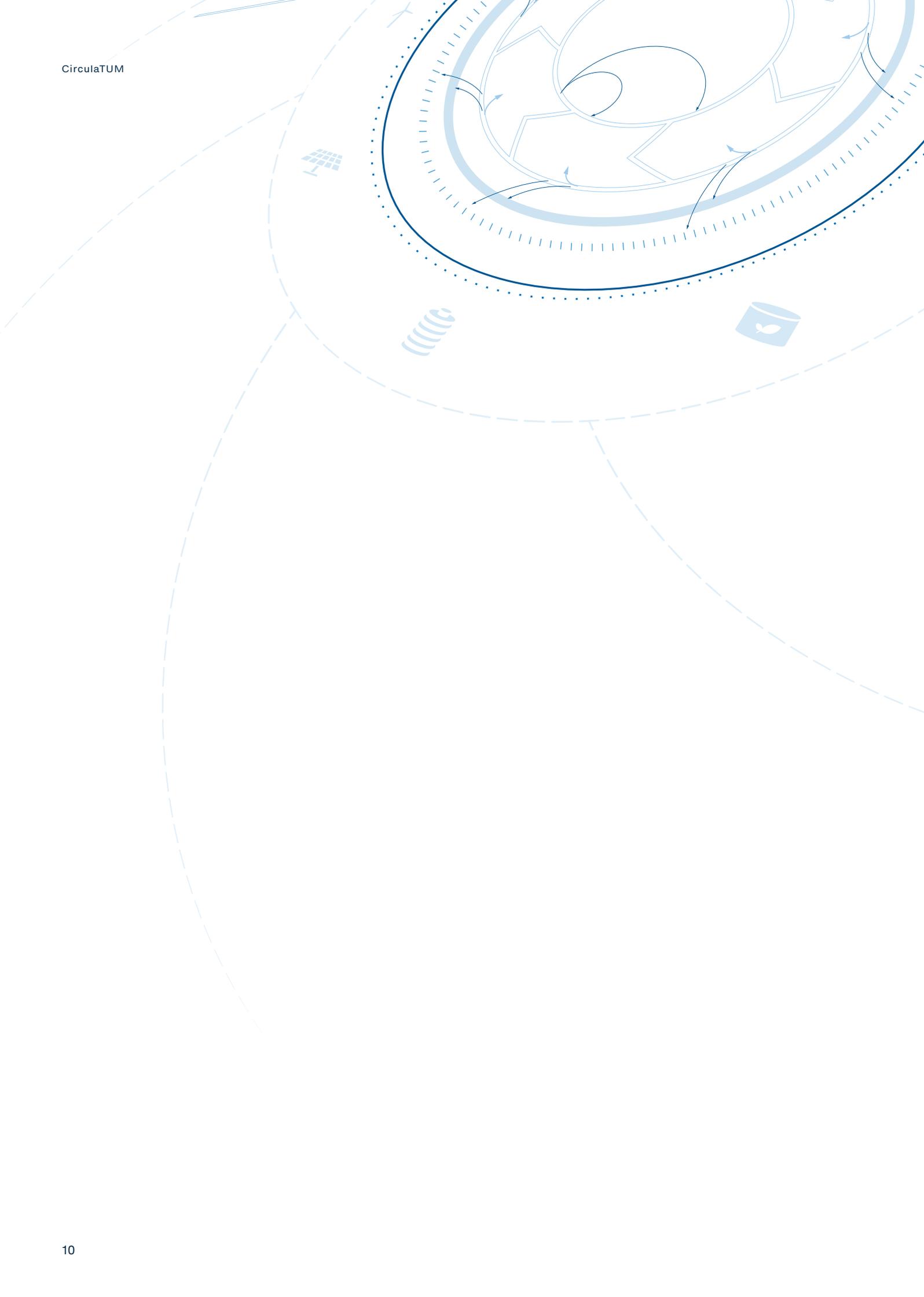
→ **Wir freuen uns auf den Austausch, neue Ideen und engagierte Partner, die sich dem zirkulären Wandel anschließen und mit uns gemeinsam eine nachhaltige Zukunft gestalten.**



Verschmutzte Korle
Lagune im Zentrum
Accras (Ghana)

Motivation: Circular Economy als zentrale Nachhaltigkeits- strategie

Klimakrise, Biodiversitätsverluste, bedrohte ökologische Gleichgewichte: Die planetaren Grenzen vermitteln überdeutlich, wie dringend es eines umfassenden Wandels menschlicher Aktivitäten bedarf. Während sich die Weltbevölkerung seit 1970 auf 8 Milliarden verdoppelt hat und bis 2050 voraussichtlich auf 10 Milliarden ansteigen wird, hat sich der Verbrauch natürlicher Ressourcen mit steigender Tendenz mehr als verdreifacht. Die globale Treibhausgaskonzentration hat ein Niveau erreicht, wie seit mindestens 800.000 Jahren nicht mehr. Dabei liegt die globale Oberflächentemperatur schon jetzt ca. 1,1 °C über dem Durchschnitt von 1850–1900. Ein „Weiter so“ würde immer mehr Kipppunkte auslösen -irreversible, sich selbst verstärkende Veränderungen in Ökosystemen. Die Menschheit hat diese potenziell – und vielfach schon heute – katastrophalen Veränderungen verursacht. Deshalb muss sie auch Wege zur Lösung finden.



Einen vielversprechenden Lösungsansatz stellt die die Verwirklichung einer nachhaltigen Circular Economy dar. Diese zielt auf die Reduzierung, Verlangsamung und Schließung von Stoffkreisläufen ab – und zwar auf der Mikroebene von Produkten, Materialien und Personen, auf der Mesoebene von Öko-Industrieparks und Stadtvierteln und auf der Makroebene von Städten, Regionen und Ländern. Die Circular Economy erfordert zudem nachhaltige Wertschöpfungs- und Geschäftsmodelle, förderliche rechtlich-wirtschaftliche Rahmendbedingungen sowie eine Veränderung von Einstellungen und Verhaltensweisen. Das Ziel dahinter: Alles zu tun, um die wertvollen Ressourcen, auf denen Wohlstand und wirtschaftliche Entwicklung beruhen, auch künftig zwar zu gebrauchen, aber dabei nicht mehr zu verbrauchen. Dadurch können Emissionen reduziert, die Biodiversität geschützt und umweltschädliche Auswirkungen durch Extraktion und Verarbeitung von Rohstoffen und deren Entsorgung nach dem Gebrauch vermieden werden.

Große Volkswirtschaften weltweit setzen zunehmend auf Circular Economy, um ein anspruchsvolles dreifaches Ziel zu erreichen: Verbesserte Umweltbedingungen, Sicherstellung der wirtschaftlichen Entwicklung und gesteigerte soziale Gerechtigkeit. Die Circular Economy spielt eine zentrale Rolle im europäischen Green Deal, im 14. Fünfjahresplan Chinas sowie in den Nachhaltigkeitsprogrammen der USA und Japans. In diesem Sinne – und speziell mit Blick auf kritische Rohstoffe und anfällige Lieferketten in Zeiten geopolitischer Spannungen – wird eine Circular Economy auch die Wettbewerbsfähigkeit, Versorgungssicherheit und die technologische Souveränität volkswirtschaftlicher Systeme stark beeinflussen.

Dabei bleiben zahlreiche Fragen noch ungelöst, was die Definition, Bemessung und insbesondere die wirklich umfassende Umsetzung der Kreislaufwirtschaft anbelangen. Es bedarf verbesserter und neuer Technologien, neuer Geschäftsmodelle, einer Anpassung von Regularien und Governance und nicht zuletzt des Verhaltens von Konsument:innen und Unternehmen. Und es sind verlässliche Daten dazu notwendig, wie groß der Beitrag der Circular Economy zur Erreichung der Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsziele sein kann sowie wo gegebenenfalls Zielkonflikte auftreten. Gleichzeitig kommt es auf Schnelligkeit an, denn die Maßnahmen bis 2030 sind entscheidend für die Erfüllung der Ziele des Pariser Klimaabkommens und der Ziele für nachhaltige Entwicklung.

Mit ihren interdisziplinären Forschungs- und Studienprogrammen ist die TUM in einer einzigartigen Position, um aktiv und maßgeblich zu dieser epochalen Herausforderung beizutragen.



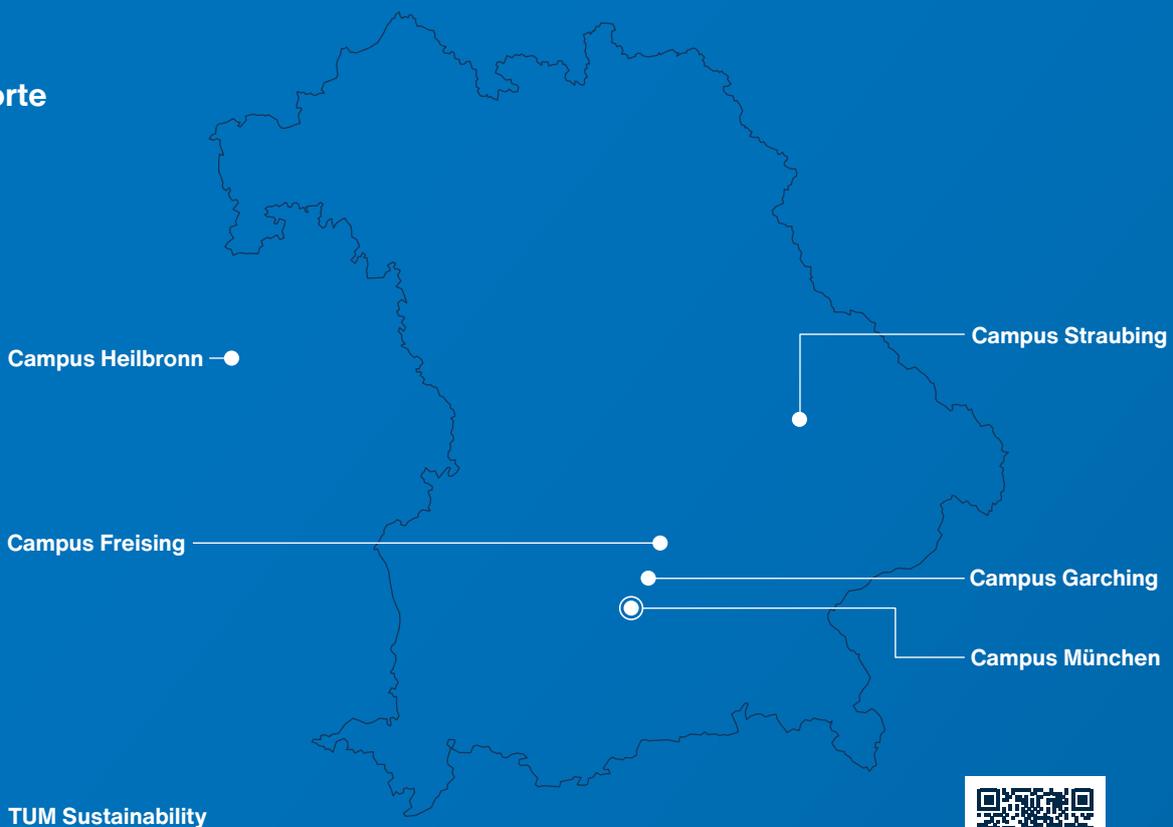
Agenda Circular Economy

Langfristig verfolgt die TUM das Ziel, wesentliche Beiträge zur Entwicklung des Konzepts der Circular Economy und dessen Umsetzung und damit zur Lösung industrieller und gesellschaftlicher Nachhaltigkeits Herausforderungen zu leisten. Sie möchte neue Ansätze zur integrierten Forschung, Lehre und zum Transfer etablieren und zur Gestaltung der entstehenden wissenschaftlichen Disziplin beitragen. Im Mittelpunkt steht dabei CirculaTUM. Es bündelt die vielfältigen für die Circular Economy relevanten Kompetenzen der TUM über alle Disziplinen und Standorte hinweg.

In dieser neuen, flexiblen und lernenden Struktur werden wegweisende disziplinäre Ansätze mit ganzheitlichen Ansätzen über alle Schools und Standorte hinweg kombiniert (vgl. unten stehende Abbildung) sowie transdisziplinär in Kooperation mit Industrie und gesellschaftlichen Partnern bearbeitet. In enger Zusammenarbeit mit dem TUM Venture Lab Sustainability and Circular sowie der UnternehmerTUM und eingebettet in das exzellente nationale wie internationale Kooperationsnetzwerk soll ein Ökosystem für nachhaltiges Unternehmertum entstehen, in dem Wirtschaft und Gesellschaft Unterstützung für ihre Transformation finden und so neue „Circular Champions“ entstehen können.

Angesichts der Dringlichkeit der globalen Herausforderungen werden die Aktivitäten auf zwei Zeithorizonte fokussiert: Zum einen geht es um die rasche Einführung der Circular Economy in die bestehenden Materialkreisläufe, um unmittelbar Veränderungen zu erzielen. Zum anderen bedarf es umfassender Grundlagenforschung, um konzeptionelle, methodische und technologische Grundlagen für mittel- bis langfristige Transformationen zu legen und die derzeit vorherrschende lineare Wirtschaftslogik auf Basis fossiler Materialien grundlegend durch eine umfassende und nachhaltige Circular Economy zu ersetzen.

Standorte



TUM Asia

Circular Republic
x UnternehmerTUM

TUM Venture Labs



[Link zur CirculaTUM
Mitgliederübersicht](#)

Für das Gelingen einer solchen Transformation trägt die Wissenschaft eine besondere Verantwortung. Für die TUM mit ihrem einzigartigen und exzellenten Forschungsprofil und Studienangebot, ebenso wie im Sinne ihres Selbstverständnisses als unternehmerische Universität und Dienerin der Gesellschaft gilt dies umso mehr. Um wesentliche Beiträge zur industriellen und gesellschaftlichen Transformation leisten zu können, soll CirculaTUM eine inhaltliche und organisatorische Basis schaffen. So möchte die TUM ihrem Anspruch gerecht werden und eine führende Rolle in der nachhaltigen Transformation der Wirtschaft und Gesellschaft einnehmen, wie die unten stehende Abbildung veranschaulicht.

Ansprechpartner	Institution
CirculaTUM Team circula@tum.de	TUM Mission Network Circular Economy

Vision und Mission

Voraussetzungen und Verantwortung zur aktiven Mitgestaltung des Wandels zur Circular Economy

Forschung

- Wissenschaftlicher Beitrag zur industriellen Transformation
- Wirkungsvolle Arbeit an hochrelevanten, aber bisher vergleichsweise wenig berücksichtigten Forschungsgebieten

Lehre

- Vermittlung relevanten Wissens und systemischen Denkens
- Breite (!) der Studierenden sowie zielgerichtete Vertiefungen

Wirtschaft & Gesellschaft

- Universitäten als Wissenspartnerin der Industrie und gesellschaftliche Impulsgeber
- Maßgebliche Beiträge zur CE-Transformation Deutschlands und der EU

Plattform zur Bündelung der Kräfte, Austauschförderung und Umsetzung konkreter Maßnahmen

Forschungsverbund CirculaTUM als zentrale Aktionsplattform

- Gemeinsame Initiierung und Umsetzung von Forschungsprojekten
- Verstärkte Forschungskommunikation

- Synergien bei Lehrinhalten
- Förderung studentischen Engagements
- Förderung von Unternehmensgründungen

- Zusammenarbeit mit der Industrie
- Chance zu längerfristiger Institutionalisierung, z.B. durch Drittmittel und/oder interne Mittel

3

Themen- schwerpunkte an der TUM

Die Arbeiten zur Circular Economy an der TUM fokussieren sich auf drei wesentliche Themenbereiche. Diese sind jedoch nicht voneinander isoliert, sondern weisen eine Vielzahl an Überschneidungen und Wechselwirkungen auf, die im Rahmen von CirculaTUM ganzheitlich adressiert werden.

3.1 Industrielle Wert- schöpfung

Die produzierende Industrie trägt in Deutschland und global in erheblichem Maße zur wirtschaftlichen Entwicklung bei. Der beträchtliche Wohlstand, der seit der industriellen Revolution in vielen Ländern geschaffen wurde, beruhte in den beiden zurückliegenden Jahrhunderten jedoch weitestgehend auf der Extraktion natürlicher Ressourcen als Basis jedweder weiteren Schritte in der Wertschöpfungskette. Dies ist nicht nur in den aktuellen Zeiten von Angebotsverknappungen und vulnerablen Lieferketten kritisch, sondern insbesondere, weil mit der Extraktion und Verarbeitung von Rohstoffen über die Hälfte der CO₂-Emissionen und geschätzte 80 % der Biodiversitätsverluste verbunden sind.

Wenn das heutige Wohlstandsniveau wenigstens erhalten werden und auch in anderen Regionen weltweit Einzug halten soll, muss die wirtschaftliche Entwicklung vom Verbrauch natürlicher Ressourcen entkoppelt werden. Das betrifft praktisch alle Bereiche der industriellen Wertschöpfung: Dazu gehören Technologie- und Prozesslösungen, die Schließung von Stoff-, Material- und Produktkreisläufen, die Berücksichtigung von Nachhaltigkeits- und Zirkularität-

prinzipien in der Produktgestaltung, sowie die Produktion und Logistik. Auch effizientere Nutzungs- bzw. Betriebsformen mit einer Erhöhung des Nutzungsgrades (etwa durch Sharing-Ansätze) und die Maximierung des Produktlebens (durch Instandhaltung, Reparatur und Wiederverwendung) sowie die Rückführung, Wiederaufbereitung und Refabrikation bzw. Trennung, Sortierung und Recycling sind wichtige Aspekte. All dies muss eingebettet sein in ganzheitlich gedachte Geschäftsmodelle und in neue Formen der unternehmerischen Kooperation in Wertschöpfungsnetzwerken. Dabei hängt der Erfolg entscheidend von den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und der Mündigkeit der Nutzer:innen ab.

Mit ihren besonderen Kompetenzen im klassischen Ingenieurwesen, der Robotik, der Werkstofftechnik, der gesamten Breite der Naturwissenschaften oder auch bei Fragen der Nachhaltigkeitsbewertung und Geschäftsmodellentwicklung kann die TUM die Industrie auf den Weg in die Circular Economy unterstützen. In zwei Projekten mit der Automobilindustrie sowie mit Unternehmen aus dem industriellen



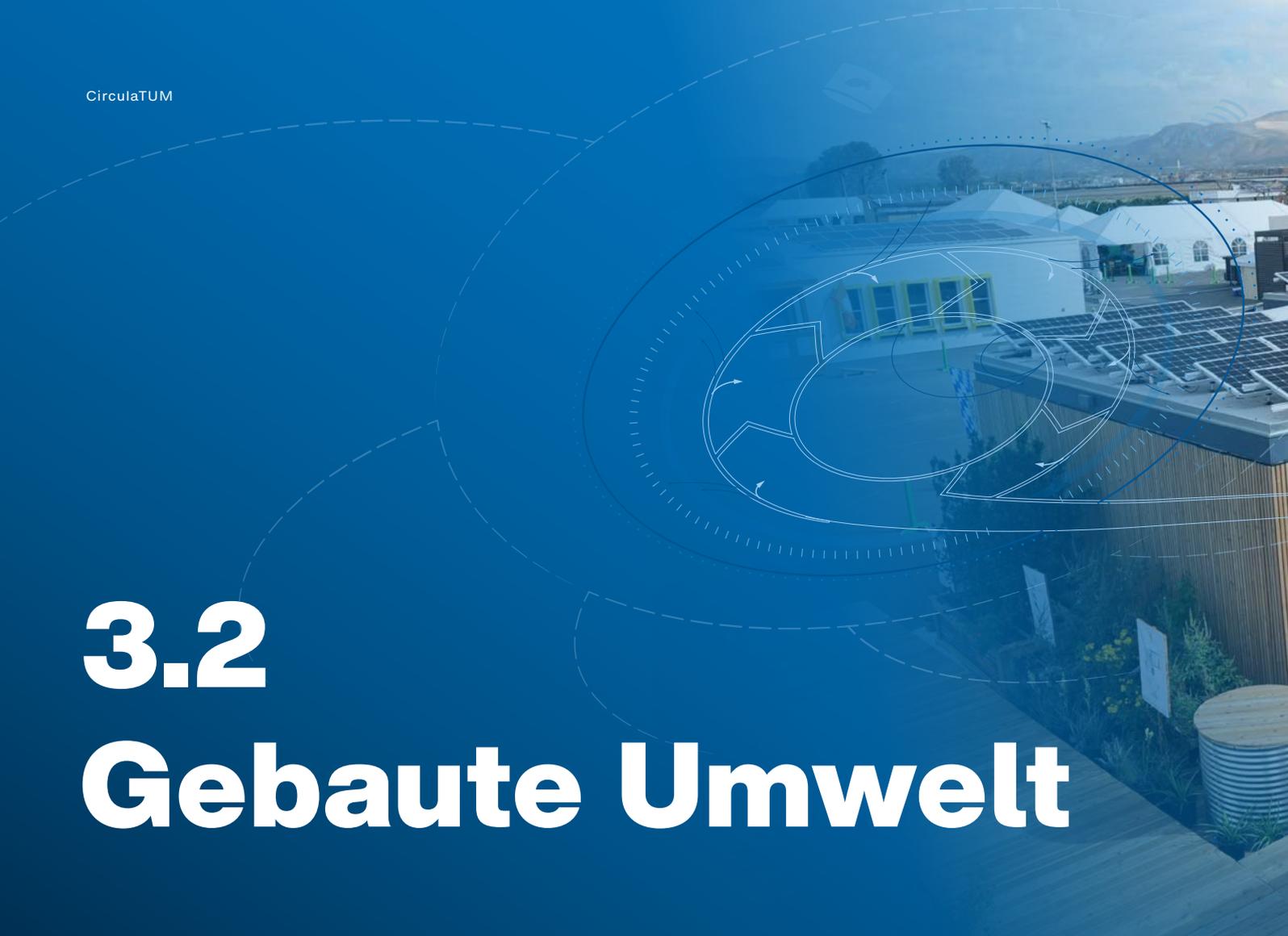
Mittelstand arbeiten Forschende der TUM bereits an Prozessen, um Fahrzeuge oder technische Geräte am Ende des Produktlebenszyklus intelligent vernetzt und automatisiert zu demontieren. Dadurch sollen die eingesetzten Komponenten auf höchstmöglicher Wertstufe erhalten und in neuen Produkten wiederverwendet werden, anstatt sie unter Vernichtung der zuvor erbrachten Wertschöpfung zu entsorgen.

In einem anderen Projekt wird an der Direktverwertung von Sekundärstahlgranulat in additiven Fertigungsverfahren geforscht. Dadurch könnte aus einem alten Produkt an Ort und Stelle ein neues mit vollkommen anderer Geometrie gefertigt werden, ohne dass dabei Schmelz- oder Transportprozesse erforderlich werden. Produktionstechnik und Logistik wirken in solchen Vorhaben einerseits mit Bilderkennungsverfahren und mechatronischen Aufgabenstellungen zusammen, andererseits mit prozess- und förder-technischen Lösungen, welche wiederum neue Produktgestaltungen ermöglichen.

Gleichzeitig gilt es, etablierte Denkmuster zu überwinden und neue Lösungen an den Grenzflächen der Disziplinen zu ermöglichen. Im Kontext der industriellen Wertschöpfung stehen dabei Produktentwicklung und -design an erster Stelle, da diese den weiteren Lebenszyklus in erheblichem Maße vorbestimmen. Die Entwicklung und Umsetzung ganzheitlich kreislauffähiger Produktions- und Logistiksysteme, inklusive Lösungen und Technologien für Nutzung, Rückführung und Kreislaufschließung und möglichen Geschäftsmodellen stellt ein weiteres wesentliches Handlungsfeld dar. Es geht um die Etablierung eines insgesamt neuen industriellen Systems.

Ansprechpartner	Institution
Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner j.fottner@tum.de	Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik
Prof. Dr. Magnus Fröhling magnus.froehling@tum.de	Professur für Circular Economy

...



3.2 Gebaute Umwelt

Um genügend Wohnraum für die weltweit weiter steigende Bevölkerungszahl zu schaffen, müssen bis 2060 rund 230 zMilliarden Quadratmeter an Grundfläche mit neuen Gebäuden versiegelt werden – das entspricht einer Verdopplung gegenüber dem Wert von 2018. Ohne entsprechende Gegenmaßnahmen werden die bereits heute deutlich zutage tretenden Umweltbelastungen, insbesondere der CO₂-Ausstoß, weiter ansteigen. Die Erstellung und Nutzung von Gebäuden verursachen in Europa 30% bis 60% des Energieverbrauchs, des Rohstoffverbrauchs, des Abfallaufkommens, der Treibhausgasemissionen sowie des Wasserverbrauchs.

Deshalb brauchen wir eine grundlegende Bauwende: Es müssen soziologische, ökologische und ökonomische Anreize für eine Circular Economy im Bauwesen geschaffen werden. Die Circular Economy bietet Lösungsansätze, Materialien aus nicht-nachwachsenden Rohstoffen und weitere Ressourcen wie Wasser, Boden und Energie möglichst effektiv zu verwenden und Verschwendung sowie Schadstoffeinträge in die Umwelt zu vermeiden.

Auch der Einsatz von biogenen Baustoffen spielt dabei eine wichtige Rolle. Insbesondere die Weiternutzung bestehender Strukturen, aber auch die Wieder- und Weiterverwendung von im Gebäudebestand gebundenen Stoffen stellen ein großes Potenzial dar. So können Primärrohstoffe substituiert und eingespart sowie Abfall- und Reststoffströme minimiert werden. Dies trägt substantiell zur Verbesserung der Ressourceneffizienz und Reduzierung des CO₂-Ausstoßes im Bausektor bei.

Um den Gebäudebestand nachhaltiger zu entwickeln, müssen auch die Dauerhaftigkeit, der Einsatz von Sekundärrohstoffen und die Etablierung von geschlossenen Materialkreisläufen forciert werden. Dafür ist eine nachhaltige, beständige und sichere Datenverfügbarkeit entscheidend. Sie ist Grundlage dafür, ein effektives Wertschöpfungsnetzwerk für alle Beteiligten (Investoren, Bauindustrie, Abfallwirtschaft, Kapitalmärkte) zu etablieren.

Um die Material- und Energieströme gezielt steuern und kontrollieren zu können, bedarf es gesamtheitlich ausgerichteter Entwurfs-, Konstruktions-, Analyse- und Bewertungs-



Sonnenstrom und Regenwasser:
das „NexusHaus“ nutzt fast
ausschließlich natürliche Ressourcen

Ansprechpartner	Institution
Prof. Dr.-Ing. Werner Lang	Lehrstuhl für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen
Prof. Stephan Birk	Lehrstuhl für Architektur und Holzbau
Prof. Dr. Klaus Richter	Lehrstuhl für Holzwissenschaft

...

methoden, die es ermöglichen, die Umweltwirkungen eines Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu berücksichtigen und abzubilden. Szenarien zu zukünftiger Nutzung und Lebensdauer von Bauteilen und Gebäuden können sowohl den Umgang mit bereits bestehenden als auch die Konzeption neuer Gebäude unterstützen. Bereits bei der Ersterstellung von Konstruktionen müssen kreislaufgerechte Rückbaukonzepte mitgedacht werden.

Zur Steuerung der Roh- und Baustoffströme werden digitale Werkzeuge benötigt, um die im Gebäudebestand verbauten Materialien zu lokalisieren, quantifizieren und auf ihre Wiederverwert- und Weiterverwendbarkeit hin zu beurteilen. Building Information Modeling und das Konzept des „digitalen Zwillings“ bieten eine digitale Grundlage für ein strategisches Stoffstrom- und Ressourcenmanagement im Bauwesen. Hier besteht sehr hoher Forschungsbedarf. Intensiviert werden müssen zudem Verfahren, um die Verwendungssicherheit der kreislauf- oder kaskadiert geführten Materialien und Produkte zu gewährleisten, und so die erforderliche Ressourceneffizienz im Bauwesen zu erreichen.

3.3

Natürliche Kreisläufe und Bioökonomie

Natürliche Kreisläufe dienen als Vorbild für eine zirkuläre Bioökonomie hinsichtlich wohl austarierter Systeme von Stoffkreisläufen. So können die Designprinzipien der Natur zu guten Lösungen im Produkt- und Prozessdesign führen. Zudem können erneuerbare Rohstoffe mit Biomasse ersetzt werden. Biotechnologische Produktionsverfahren besitzen das Potenzial, Stoffe energieeffizienter und umweltverträglicher umzuwandeln, als dies traditionell möglich ist.

Eine biologische Transformation ist jedoch abhängig davon, wie verfügbar entsprechende Rohstoffe, regional, national wie auch international sind, und ob mögliche Nutzungskonkurrenzen, insbesondere im Nahrungs- und Futtermittelsektor sowie im Energiesektor, sich lösen lassen. Außerdem müssen entsprechende resiliente Infrastrukturen zu deren Ernte, Transport und Prozessierung aufgebaut werden. Dabei sollte beachtet werden, dass bioökonomische Lösungen häufig keinen 1:1 Ersatz existierender Produkte und Wertschöpfungsketten darstellen können. Dafür bieten sie aber die Chance, neue und innovative Funktionalitäten und daher Anwendungsmöglichkeiten zu entwickeln, die über das Bekannte hinausgehen.

Zudem initiieren diese Rohstoffe und Produktionsverfahren auch neue Geschäfts- und Nutzungsmodelle im Sinne einer zirkulären Bioökonomie. So ermöglicht etwa die Verzahnung von Reststoffströmen aus der konventionellen Landwirtschaft mit vertikalisierbaren, biotechnologischen Verfahren, wie der fermentativen Produktion wertschöpfender Pilz-,

Hefe-, Algen- und Bakterienbiomasse, Effizienzgewinne. Der Druck auf die stetig schrumpfende landwirtschaftliche Fläche kann damit signifikant reduziert und eine Rohstoff- bzw. Produktunabhängigkeit von Drittländern forciert werden. Die Bioökonomie stellt somit einen wichtigen Enabler für die Circular Economy dar, mit dem Potential, wesentliche und positive Beiträge zu Nachhaltigkeit und Klimaschutz zu ermöglichen, wenn es gelingt, die genannten Herausforderungen zu meistern und massen- sowie energieeffiziente Nutzungskaskaden zu entwickeln.

Neben dem klaren Forschungsbedarf, um innovative biotechnologische Prozesse zu entwickeln, auf denen biobasierte Wertschöpfungsketten aufbauen können, besteht grundlegender Handlungsbedarf: Angefangen bei der Frage, wie der großskalige Umstieg auf die Nutzung erneuerbarer Biomasse aus Land- und Forstwirtschaft sowie Aquakultur die Stoffströme verändert. Es ist zu untersuchen, wie der in einer Circular Economy zu erwartende stark steigende Bedarf an primären biologischen Rohstoffen weiterhin nachhaltig befriedigt werden kann, ohne die planetaren Grenzen zu überschreiten oder unökonomisch zu werden, z. B. indem ehemalige Abfallprodukte zu gefragten Rohstoffen werden. Außerdem sollte die Grundstoffproduktion an ökologische Aufwertungen gekoppelt werden, wie z. B. eine Regeneration der Biosphäre, eine verringerte Wasser-, Luft- und Bodenverschmutzung sowie eine Förderung der Biodiversität. Diese Herausforderungen haben klare politische und ökonomische Dimensionen und sind wichtig, um die Rolle analysieren zu

Professor Dr. Brück im
Algentechnikum: Forschung zur
Nachhaltigen Produktion von
Carbonfasern

können, die Bioökonomie und Biotechnologie für eine nachhaltige Entwicklung spielen. Damit diese Prozesse gefördert werden können, ist es zudem wichtig, die existierenden Hemmnisse zu ermitteln und aufzuzeigen, wie diese durch eine geeignete Regulatorik überwunden werden können.

Die TUM besitzt synergistische Kompetenzen im Bereich der Bioökonomie insbesondere an der TUM School of Engineering and Design, der TUM School of Natural Sciences, der TUM School of Life Sciences sowie am TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit. Diese reichen von der synthetischen Biologie und Entwicklung biotechnologischer Konversionsverfahren in verschiedensten Organismen und Systemen (bakterielle, pilzliche und algenbasierte Zellfabriken sowie zellfreie Systeme) über eine umfassende chemisch-technische Analytik, die Forschung zu biogenen (Komposit-) Materialien, bis zu den Primärproduktionssystemen in der Forst- und Landwirtschaft und den sich daraus ergebenden Wertschöpfungssystemen. Daneben spielt auch das Lernen von der Natur in der Form von Bionik oder Biomimetik eine Rolle, um Produkte, Materialien und auch Prozesse neu zu gestalten. Zudem gibt es viele Forschungsgruppen, die sich mit den damit zusammenhängenden ökonomischen und gesellschaftswissenschaftlichen Fragen beschäftigen. Damit gelingt uns eine ganzheitliche systemische Betrachtung.

Wesentliche künftige Forschungsfelder beinhalten Fragen nach verfügbaren Rohstoffpotenzialen aus der Land- und

Forstwirtschaft, wie diese sich speziell im Rahmen des Klimawandels verändern werden und wie evidenzbasiert eine Klimaanpassung gestaltet werden sollte. Wichtig bei der Entwicklung von Materialien und Verfahren auf erneuerbarer Basis ist es, die Rohstoffe möglichst effizient – also in ihrer Gesamtheit – zu nutzen sowie die Produkte so zu gestalten, dass eine Kreislaufführung im Sinne einer nachhaltigen Circular Economy möglich wird. Auch die materielle (Wieder-) Verwendung von biogenen Alt-, Neben- und Reststoffströmen z. B. aus der Holz- oder Nahrungsmittelindustrie durch innovative Upcycling-Konzepte sollte anstelle einer sofortigen energetischen Nutzung verstärkt in den Fokus genommen werden, um den in diesen Materialien enthaltenen Kohlenstoff möglichst lange gebunden zu halten. Im Verbund mit externen industriellen Partnern sollte zudem die großskalige Nutzung der entwickelten Materialien und Prozesse begleitet und gestaltet werden, ohne jedoch dabei die Nachhaltigkeit des Gesamtsystems aus den Augen zu verlieren.

Ansprechpartner	Institution
Prof. Dr. J. Philipp Benz benz@hfm.tum.de	Professur für Pilzbiotechnologie in der Holzwissenschaft
Prof. Dr. Thomas Brück brueck@tum.de	Werner Siemens-Lehrstuhl für Synthetische Biotechnologie
Prof. Dr. Magnus Fröhling magnus.froehling@tum.de	Professur für Circular Economy
Prof. Dr. Volker Sieber sieber@tum.de	Rektor des TUM Campus Straubing Lehrstuhl Chemie Biogener Rohstoffe

...

4





Kompetenz- felder der TUM für die Circular Economy

4.1 Geschäfts- modelle und Entre- preneurship

Nachhaltige Geschäftsmodelle sind ein wichtiger Baustein, um eine Circular Economy umzusetzen. Sie bauen auf ein nachhaltiges Werteverständnis und beziehen den gesamten Lebenszyklus der Produkte oder Dienstleistungen ein. Nicht zuletzt erfordern sie ein verändertes Konsumverhalten. Beispiele hierfür sind Konzepte der Sharing Economy, verpackungsfreie Ansätze oder nachhaltige Verpackungen, sowie Zweit- (oder Mehr-) Lebensansätze für bestimmte Produkte wie Batterien für Elektrofahrzeuge und Energiespeicher. Diese nachhaltigen Geschäftsmodelle können sowohl von neuen als auch etablierten Unternehmen, von KMUs bis hin zu internationalen Konzernen formuliert und umgesetzt werden.

Die erforderlichen Ansätze dürfen allerdings nicht im Ideenstadium stehen bleiben, sondern müssen in der Praxis ankommen, am besten in Form eines skalierbaren Geschäftsmodells, welches dann auch eine global relevante Wirkung entfaltet. Die TUM hat sich als Entrepreneurial University, gemeinsam mit ihrem An-Institut UnternehmerTUM GmbH, das Ziel gesetzt, europaweit führend in der Translation wichtiger Forschungsergebnisse in innovative Geschäftsmodelle zu sein. Damit adressiert die TUM die Achillesferse des heutigen Innovationsstandortes Deutschland: Aus der Fülle der Forschungsförderung landet zu wenig in unternehmerischen Unterfangen.

UnternehmerTUM und TUM haben sich daher in der Circular Economy Initiative Deutschland eingebracht und sind im Vorstand der mehrjährigen BDI Initiative Circular Economy, und insbesondere in den Arbeitsgruppen Technik und Regulierung, um zusammen mit Industrieunternehmen aus allen Branchen neue Lösungsansätze der Circular Economy in die wirtschaftliche und regulatorische Praxis zu bringen. Zudem schafft das neue Munich Urban CoLab – mit der Stadt München TUM Laboren, UnternehmerTUM, Entrepreneurship-Aktivitäten, öffentlichen Behörden sowie Innovationszentren mehrerer Großkonzerne – eine Umgebung, in der die Akteure in einem ‚Open Innovation‘-Ansatz neue systemische und nachhaltige Geschäftsmodelle schnell prototypisch entwickeln und in die Praxis überführen können. Ein entscheidender Vorteil für die Circular Economy.

Aus diesem einzigartigen unternehmerischen Ökosystem heraus treibt CIRCULAR REPUBLIC als umsetzungsorientierte Industriallianz die gesamtindustrielle und -gesellschaftliche Transformation in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus der Wirtschaft voran, darunter BMW als Gründungspartner ebenso wie Aurubis, Palfinger, PreZero, SAP, die Tengemann Gruppe, Webasto und viele weitere. Neben „Enablement“-Formaten für etablierte wie jungen Unternehmen, der Unterstützung von Startup-Corporate-Kollaboration und breiter Bewusstseinsbildung, wie etwa mit dem



Circular Hackfest im Makerspace des Munich Urban CoLab während des Circular Republic Festivals 2023

CIRCULAR REPUBLIC FESTIVAL als mitteleuropäischer Leitveranstaltung für die Circular Economy, liegen die Hauptaktivitäten von CIRCULAR REPUBLIC in der Initiierung und Orchestrierung der dringend notwendigen Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg. In sektor- oder wertschöpfungskettenspezifischen Multi-Stakeholder-Projekten pilotiert und skaliert CIRCULAR REPUBLIC die Schließung von Kreisläufen, beispielsweise anhand von Batteriematerialien, Textilien sowie Elektronikprodukten.

Die TUM ist Nummer 1 bei Ausgründungen in allen deutschen Rankings. Im Bereich Circular Economy hat sie beispielsweise TWAICE hervorgebracht, welches entscheidend zum Management des Lebenslaufs von Batterien beiträgt oder Beworm, das sich auf biotisches Recycling von Polymeren spezialisiert. Insgesamt wird im TUM/UnternehmerTUM Ökosystem wöchentlich mehr als ein Start-up gegründet, und es fließen jährlich über zwei Milliarden US\$ an Risikokapital in diese Neugründungen.

Darauf aufbauend haben TUM und UnternehmerTUM mit den TUM Venture Labs eine neue gemeinsame Initiative gestartet, welche die Ausgründungen aus der Wissenschaft in wichtigen Zukunftsfeldern nochmals um einen Faktor zehn steigern soll. Das TUM Venture Lab Sustainability and Circular fokussiert sich darauf, Circular Economy Messlatten

und Methoden in allen TUM Venture Labs zu etablieren. Zusätzlich generiert es eigene Start-Ups in Circular Economy, Bioeconomy und anderen entscheidenden Feldern für eine nachhaltige Welt von morgen.

Ansprechpartner	Institution
Prof. Dr. Claudia Doblinger claudia.doblinger@tum.de	Professur für Technology and Innovation Management
Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner j.fottner@tum.de	Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik
Niclas-Alexander Mauß niclas.mauss@circular-republic.org	CIRCULAR REPUBLIC / UnternehmerTUM GmbH
Lars Eiermann lars.eiermann@unternehmertum.de	TUM Venture Lab Sustainability and Circular
Philipp Gerbert philipp.gerbert@unternehmertum.de	TUM Venture Labs
...	



4.2 Prozesse und Verfahren, Digitale Enabler

Globale Lieferketten, die ausfallen können, eine exzessive, umwelt- und klimaschädliche Ausbeutung beschränkter Ressourcen, übermäßiger Konsum in der westlichen Welt, der zu einem Müllproblem in den ärmeren Regionen dieser Welt führt: Wir müssen dringend umdenken, um unsere Erde für zukünftige Generationen zu erhalten. Dass dieses Umdenken langsam, aber sicher zunimmt, zeigt sich in der stetig wachsenden Zahl von Menschen, denen es wichtig ist, nachhaltig und fair zu konsumieren. Auch die Politik reagiert mit ersten Schritten in Richtung verschärfter Regeln, um beispielsweise den Klimawandel abzufangen oder soziale Standards in Lieferketten zu sichern. Für Unternehmen bedeuten diese Veränderungen, dass sie nachhaltiger und robuster produzieren und ihre Lieferketten entsprechend gestalten müssen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Lineare Wirtschafts- und Produktionssysteme müssen sich zu zirkulären Systemen entwickeln, um Nachhaltigkeitszielen gerecht zu werden.

Die Digitalisierung kann dabei unterstützen und sie ist der nächste logische Schritt, um Prozesse und Verfahren nachhaltig zu gestalten. Sie erleichtert beispielsweise Informationen zwischen Endkunden, Lieferanten und Herstellern

auszutauschen und Synergien zu entdecken. So kann es gelingen, Produkte am Ende ihrer Nutzungsdauer in die Fabriken zurückzuführen, um sie dort wieder aufzubereiten. Indem Partner global eingebunden werden, können entsprechende Prozesse auch lokal und mit mehr Wertschöpfung vor Ort ablaufen und somit einen Beitrag zur nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung leisten. Die Digitalisierung kann den Wandel zur nachhaltigen, zirkulären Produktion beschleunigen.

Für die TUM bedeutet dieser Wandel Chance und Herausforderung zugleich. Bestehende methodische Forschungsparadigmen müssen in Frage gestellt werden, um den Lösungsraum um zirkuläre Prozesse zu erweitern. Die Herstellung technischer Produkte aus lokal bezogenen Materialien, die Rückführung oder Demontage und ein Entwicklungsprozess mit Fokus auf das End Of Life (EOL) sind nur einige der zahlreichen Prozessschritte, welche auch in der Forschung neu gedacht werden. Die sich daraus ergebenden Freiheitsgrade für Innovationen überwiegen jedoch die Risiken. Die Chance, einen Proof of Concept für die Industrie zu bieten, spornt uns als TUM an.



Plasma Powder
Torch in 3DPMD
Printing of
Secondary
Aluminum at the
Chair of Materials
Engineering
of Additive
Manufacturing

In den kommenden Jahren werden wir bereits initiierte Projekte weiterverfolgen und neue Ideen anstoßen. An erster Stelle stehen dabei Methoden, um nachhaltige Produktionssysteme zu entwickeln und zu betreiben sowie sie in verschiedene Industrien und Branchen zu übertragen. Schon absehbar ist, dass so ein substantieller „bottom-up“-Beitrag entstehen wird, um Nachhaltigkeit in Produktionsprozessen zu bewerten. Statt einer externen Analyse befähigen wir Unternehmen proaktiv, intern eine Veränderung zu bewirken. Das Ziel unseres Netzwerkes ist es, dass nachhaltiges Produzieren zu einem ähnlichen Grundprinzip in der Produktion wird, wie die Lean-Bewegung.

Ansprechpartner	Institution
Prof. Dr.-Ing Michael Zäh michael.zaeh@iwb.tum.de	Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik
Prof. Dr.-Ing. Markus Lienkamp lienkamp@tum.de	Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik

...

4.3

Materialwissen- schaft und Technik



Materialien und Werkstoffe sind Grundlage für viele technische Innovationen und um Gebrauchs- und Konsumgüter herzustellen. Sie sind in industriellen Anwendungen wie der Energie- und Umwelttechnik, dem Maschinen- und Anlagenbau, der Architektur und Bauwesen, der Medizintechnik oder der Mobilitätsindustrie von zentraler Bedeutung – und damit auch für die Transformation hin zu einer Kreislaufwirtschaft.

Um primäre Metalle herzustellen, braucht man erhebliche Ressourcen mit weitreichenden Folgen, insbesondere klimarelevante Emissionen. Demgegenüber stehen nach wie vor meist geringe Recyclingraten und große Qualitätseinbußen dort, wo recycelt wird. Dies gilt auch und vor allem für viele als kritisch eingestufte Metalle, umfasst aber auch zahlreiche andere gängige Werkstoffklassen.

Bei begrenzten Verfügbarkeiten, volatilen Märkten sowie großen Bestrebungen für Umwelt- und Klimaschutz ergeben sich Herausforderungen wie auch Chancen für Circular Economy in Bezug auf Materialwissenschaften und neue Technologien wie der Additiven Fertigung oder der Biotechnologie. Dabei sind werkstoffwissenschaftliche, pro-

zesstechnische, logistische und industrielle Fragestellungen zu klären, um Materialkreisläufe zu schließen oder neue Technologien im Bereich der Kreislaufwirtschaft einzusetzen. Biogene und biobasierte Materialien und Werkstoffe bieten die Möglichkeit, moderne Struktur- und Funktionswerkstoffe nachhaltig zu erzeugen.

Materialien rückzugewinnen und einem Kreislauf zuzuführen, ist herausfordernd. Aus werkstoffwissenschaftlicher Sicht spielt unter anderem der Einfluss von Verunreinigungen im Recycling- und Aufbereitungsprozess auf die Qualität und Eigenschaften der wiedergewonnenen Rohstoffe eine entscheidende Rolle. Aus produktionstechnischer Perspektive ist die Frage, wie möglichst sortenrein zerlegbare Bauteile hergestellt, diese dann demontiert und getrennt werden können. Monomaterialkomposite wären in dieser Hinsicht sehr wünschenswert und zukunftsweisend, da sie nicht aufwendig getrennt werden müssen. Aber auch eine Werkstofflogistik muss entwickelt werden.

Durch ihre interdisziplinäre Expertise, die exzellente Ausstattung und ein sehr starkes Netzwerk kann die TUM einen

Bioregional
Design Lab

Ansprechpartner	Institution
Prof. Dr. Rubén D. Costa ruben.costa@tum.de	Lehrstuhl Biogene Funktionswerkstoffe
Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner j.fottner@tum.de	Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik
Prof. Dr. Peter Mayr peter.mayr@tum.de	Lehrstuhl für Werkstofftechnik der Additiven Fertigung
Prof. Dr. Cordt Zollfrank cordt.zollfrank@tum.de	Lehrstuhl Biogene Polymere

...

wichtigen Beitrag leisten, um nachhaltige Werkstoffkreisläufe zu ermöglichen, verstärkt nachwachsende Rohstoffe einzusetzen und neue Technologien wie die additive Fertigung für eine nachhaltige Circular Economy so weiterzuentwickeln, dass sie industriellen Bedürfnissen gerecht wird. Das Munich Institute of Integrated Materials, Energy and Process Engineering, der TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit und die Initiativen TUM.Additive sowie TUM.Wood sind erfolgreiche Beispiele für den Zusammenschluss von exzellenten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus unterschiedlichen Fachgebieten, die gemeinsam komplexe wissenschaftliche Fragestellungen bearbeiten.

Parallel zur Lösung von grundlegenden wissenschaftlichen Fragestellungen fördert die TUM einen kontinuierlichen Technologietransfer in die Industrie. So forschen zum Beispiel im TUM-Oerlikon Advanced Manufacturing Institut ca. 20 Doktorandinnen und Doktoranden entlang der gesamten Wertschöpfungskette einer modernen Produktion zu den Themen Werkstoff und Werkstoffkreislauf, moderne Verarbeitungsprozesse und Digitalisierung. In großen Verbund-

projekten wie zum Beispiel dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderten Projekt „Future Sustainable Car Materials“ forscht die TUM mit 16 Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft an neuen Materialien für wegweisende, nachhaltige Fahrzeugkomponenten. Ziel ist es, dass selbst für komplexe Produkte wie ein Fahrzeug ein möglichst verlust- und energiearmer Werkstoffkreislauf betrieben werden kann. Auf dem Gebiet der biogenen Polymere wird beispielsweise zur Qualifizierung von Cottonid, einem Strukturwerkstoff auf Cellulosebasis, für eine Vielzahl möglicher Anwendungen, zur Bioabbaubarkeit von Kunststoffen und neuen Biokunststoffen (Folien, Fasern, Vliese) aus regionalen Biomassen geforscht. Daneben stehen auch biogenen Funktionsmaterialien etwa zur Herstellung und Optimierung energiebezogener (Beleuchtungs- und Photovoltaik-) Technologien im Fokus. Insbesondere werden hier Proteinhybridmaterialien wie lumineszierende und strukturelle Proteine, nachhaltige elektroaktive Materialien für die Herstellung hochleistungsfähiger Dünnschicht-Beleuchtungs- und Photovoltaikbauelemente untersucht, ohne dass man seltene Erden und/oder toxische Elemente bräuchte.

4.4 Bilanzierung und Bewertung, Circular Finance

Circular Economy darf kein Selbstzweck sein, sondern muss ihre Vorteile in Bezug auf ökologische, ökonomische und soziale Kriterien beweisen. Nur so lassen sich alle Akteure wie Unternehmen und Investoren, aber auch Konsument:innen bzw. die Gesellschaft als Ganzes überzeugen, dass kreislaufwirtschaftliche Lösungen sinnvoll sind.

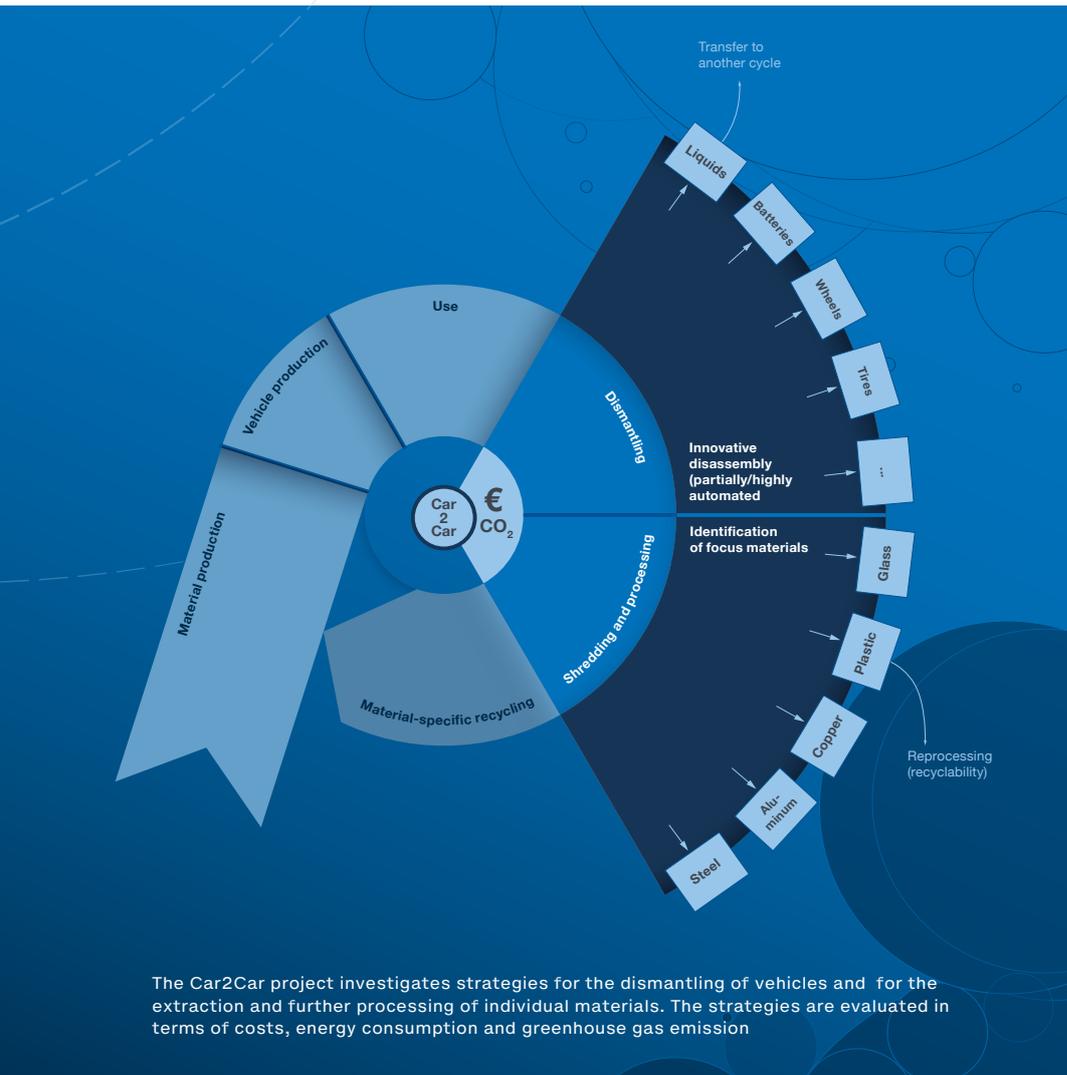
Für Unternehmer und Investoren stellt sich die Frage nach Bilanzierungsmöglichkeiten und einer ökonomischen Vorteilhaftigkeit. Konsument:innen benötigen Informationen zur Nachhaltigkeit von Produkten und Dienstleistungen. Nur so lassen sich langfristig erfolgreiche Konzepte der Circular Economy identifizieren, entwickeln und umsetzen.

Für die Wissenschaft ergeben sich daraus zahlreiche interessante Forschungsfelder. Erste Ergebnisse deuten beispielsweise darauf hin, dass eine Circular Economy mit geringeren Risiken für die Unternehmen verbunden ist und zu höheren risikoangepassten Renditen führt. Forschungsprojekte an der TUM beschäftigen sich mit der Frage, wie

sich solche nachhaltigkeitsbezogenen Risiken quantifizieren und in Risikomodellen abbilden lassen. Die Ergebnisse erlauben es, das Risiko genauer einzuschätzen und damit Unternehmen und Projekte, die Konzepte der Circular Economy nutzen, erfolgsversprechend zu finanzieren.

Um Produkte, Schlüsseltechnologien und Dienstleistungen zu bewerten, werden mit Methoden des Life Cycle Sustainability Assessments die ökologischen, ökonomischen und sozialen Wirkungen ermittelt. Entwicklungsbegleitend können so bestmögliche Lösungen erreicht werden, Zielkonflikte sichtbar gemacht und Problemverlagerungen vermieden werden.

Mittels Simulation und Optimierung lässt sich zudem ermitteln, wie sich politische Entscheidungen auf einzelne Lösungen und auch auf aggregierte Wirtschaftssektoren auswirken. So können Unternehmer wie Investoren aber auch politische Entscheidungsträger die Konsequenzen abschätzen.



Das Ziel einer Forschungsagenda muss sein, ein Set von Bewertungsmodellen und Metriken zu entwickeln, mit dem sich einerseits Unternehmen, Produkte und Technologien im Hinblick auf ihre Circular Economy Kriterien bewerten lassen. Andererseits benötigen die Unternehmen selbst ein Steuerungsinstrumentarium, das sie bei der Transformation ihrer Geschäftsaktivitäten unterstützt.

Daneben müssen Verbraucher:innen Informationen über Produkte und Dienstleistungen erhalten, die deren Kosten über den Lebenszyklus wie auch ökologische und soziale Wirkungen transparent und verlässlich sichtbar machen, aber gleichzeitig verständlich sind.

Ansprechpartner	Institution
Prof. Dr. Gunther Friedl gunther.friedl@tum.de	Lehrstuhl für Controlling
Prof. Dr. Magnus Fröhling magnus.froehling@tum.de	Professur für Circular Economy
Prof. Dr. Alwine Mohnen alwine.mohnen@tum.de	Lehrstuhl für Unternehmensführung

...

4.5 Konsumverhalten und gesellschaft- licher Wandel

Kreislaufwirtschaftliche Angebote, beispielsweise recycelte oder wiederaufbereitete Produkte, Tausch- und Verkaufsplattformen für Secondhand-Ware, Leihmodelle oder Sharing-Plattformen, werden im Alltag der Konsument:innen immer präsenter. Umgekehrt werden die Konsument:innen gebraucht, um neue kreislaufwirtschaftliche Lösungen nachhaltig zu etablieren. Kreislaufwirtschaftliche Angebote können dabei die Rolle der Konsument:innen grundlegend verändern. Häufig kaufen sie nicht mehr Produkte, sondern nutzen diese für einen bestimmten Zeitraum ohne dabei Eigentümer:innen zu werden. Beispiele sind elektronische Geräte (z.B. Grover) oder Fahrräder (z.B. Swapfiets). So verschwimmt teilweise auch die Grenze zwischen Angebot und Nachfrage: Konsument:innen treten auf Tausch- und Verkaufsplattformen wie Vinted oder eBay mal als Anbieter:innen und mal als Interessent:innen auf.

Derartige Veränderungen der Rolle der Konsument:innen haben zur Folge, dass bestehende Erkenntnisse über Konsumverhalten im Kontext der Circular Economy zu hinterfragen sind. Wir müssen Treiber und Hürden für die Nachfrage in der Circular Economy besser verstehen.

Die Wissenschaft kann insbesondere mit empirischer Verhaltensforschung unterstützen. So ist die TUM beispielsweise als Partner in der Arbeitsgruppe für elektronische Geräte des Consumer Insight Action Panel (CIAP) vertreten. CIAP will das Konsumverhalten bezogen auf kreislaufwirtschaftliche Angebote für elektronische Geräte mit Hilfe von Experimenten und Pilotversuchen besser verstehen und Angebote entsprechend optimieren. Im Bereich der Lebensmittelherzeugung analysiert das Projekt „Freewalk“ den Gedanken der Circular Economy, in dem die Akzeptanz der



Ansprechpartner	Institution
Prof. Dr. Alwine Mohnen alwine.mohnen@tum.de	Lehrstuhl für Unternehmensführung
Prof. Dr. Jutta Roosen jroosen@tum.de	Lehrstuhl für Marketing und Konsumforschung
Prof. Dr. Stefan Wurster stefan.wurster@hfp.tum.de	Professur für Policy Analysis

...

Wiederverwertung von Abfallprodukten aus der landwirtschaftlichen Produktion in der Lebensmittelherzeugung untersucht wird.

Um die Circular Economy weiter voranzutreiben und Hürden sowie Lösungen zu identifizieren, muss besser verstanden werden, wie Konsument:innen sich verhalten, etwa durch Beobachtung oder ökonomische Experimente. Neben der möglichen Verwendung von Reststoffen in der Lebensmittelerzeugung gibt es Anwendungen etwa für biobasierte Materialien, Recycling und Re-use beim Bekleidungskonsum, sowie bei der Nutzung von Leihmodellen für elektronische Geräte und der Akzeptanz gebrauchter und wiederaufbereiteter Geräte.

4.6 Governance und Partizipation

Bei der Kreislaufwirtschaft geht es um weit mehr als nur Recycling. Es geht darum, wie Produkte gestaltet sind, wie oft sie wiederverwendet werden, wie einfach sie zu reparieren sind und wie nachhaltig ihr Materialeinsatz ist. Soziale, wirtschaftliche und politische Faktoren können die Einführung der Kreislaufwirtschaft fördern oder auch behindern. Um Hindernisse zu überwinden, gemeinsam handlungsfähig zu sein, unerwünschte Nebeneffekte zu vermeiden, und Ziele wie die Sustainable Development Goals (SDGs) zu erreichen, bedarf es gemeinsamer Anstrengungen und Koordination. Dabei können Politik, Wirtschaft und Gesellschaft auf ein erprobtes Repertoire privater und staatlicher Governance zurückgreifen – von der besseren Information der Bürger und der Schaffung materieller oder anderer Anreize bis hin zu gesetzlichen und regulatorischen Vorgaben.

Einige Beispiele erläutern dies:

Forscher:innen an der TUM untersuchen Förderprogramme, Aktionspläne und Umsetzungsstrategien für die Circular Economy auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene. Diese Studien identifizieren effektive sowie unwirksame Ansätze und tragen somit zur Entwicklung besserer Lösungsstrategien bei. Forscher:innen des Lehrstuhls für Umwelt- und Klimapolitik habe zudem zur Governance grundlegender Transformationen im allgemeinen publiziert, zu den Task Forces zu Green Transition and Sustainable Development sowie Green Consumption and Production des China Council for International Cooperation on Environment

and Development beigetragen und die Förderung von Kreislaufwirtschaft im Rahmen der European Environment and Sustainable Development Advisory Councils diskutiert.

Der Übergang zur Kreislaufwirtschaft erfordert erhebliche Investitionen von Mitteln, Energie und Ideen, darf aber kein Luxusphänomen werden. Wenn kreislaufwirtschaftliche Produkte für einkommensschwächere Bevölkerungsschichten unerschwinglich werden, wird die Kreislaufwirtschaft ihr gesamtwirtschaftliches Potential nicht erreichen sowie gesellschaftlichen und politischen Widerstand provozieren. Sie muss daher sozialverträglich und politisch nachhaltig gestaltet werden. Insbesondere muss darauf geachtet werden, dass die notwendigen Veränderungen gesellschaftlich breiten Rückhalt haben und nicht dazu beitragen, dass bei Teilen der Bevölkerung der Eindruck entsteht bzw. zunimmt, dass ihre Interessen im freiheitlich-demokratischen politischen und wirtschaftlichen System nicht berücksichtigt werden. Dabei ist unvermeidbar, dass es Gewinner und Verlierer geben wird. Durch geeignete politische Begleitmaßnahmen kann dennoch erreicht werden, dass solche Veränderungen nicht das soziale und politische Gefüge der Gesellschaft gefährden. Verteilungskonflikte sowie Möglichkeiten, sie zu überwinden und zu erforschen, gehört zu den Kernaufgaben von zwei zentralen Forschungseinheiten der Hochschule für Politik an der TUM: der vergleichenden Politischen Ökonomie und der gesellschaftlichen Konfliktforschung.

Ansprechpartner	Institution
Prof. Dr. Tim Bütke buthe@tum.de	Lehrstuhl für International Relations
Prof. Svetlana Ikonnikova, Ph.D. svetlana.ikonnikova@tum.de	Professur für Resource Economics
Prof. Dr. Miranda Schreurs miranda.schreurs@hfp.tum.de	Lehrstuhl für Umwelt und Klimapolitik
Prof. Dr. Stefan Wurster stefan.wurster@hfp.tum.de	Professur für Policy Analysis

...

Um die wirtschaftlichen, klimaschützenden und gesellschaftlichen Nutzen der Kreislaufwirtschaft in der Bilanzierung und Bewertung abzubilden und so wirtschaftliche Anreize dafür zu schaffen (siehe 4.4), müssen neue Normen entwickelt werden, damit Nutzen sowie Langzeit-Risiken, die ohne Kreislaufwirtschaft auf uns zukommen, abgeschätzt werden können. Dies kann zum Teil durch private Initiativen erfolgen, insbesondere angesichts des starken gesellschaftlichen Interesses an effektiven Lösungen, um den Klimawandel einzudämmen und Nachhaltigkeit zu stärken. Zum Teil braucht es jedoch auch staatliche Regulierung und gegebenenfalls Unterstützung. Dabei ist es in jedem Fall wichtig, die Erarbeitung von standardisierten Messverfahren und technischen Normen nicht nur als ingenieurwissenschaftlich-technische Herausforderung, sondern auch als sozialen und politischen Prozess zu verstehen. Sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Forscher:innen der TUM mit langjähriger Expertise auf diesem Gebiet können die Entwicklung von Normen begleiten und, auf aktuellen Best Practices aufbauend, neue Möglichkeiten aufzeigen, um absehbare Schwierigkeiten zu vermeiden.

Damit Endverbraucher ihr Konsumverhalten anpassen und so Anreize für die Produzenten schaffen können, brauchen sie transparente Informationen über kreislaufwirtschaftliche Angebote, Produktionsverfahren, Materialien, Bauweisen sowie Möglichkeiten der Kreislaufführung (siehe 3.2, 4.2, 4.3 und 4.5). Diese Informationen sollten den

Konsument:innen idealerweise auf den Produktverpackungen in verständlicher Form zugänglich gemacht werden. Nur so können sie durch ihr Konsumverhalten die Entwicklung von mehr zirkulären Produkten anregen. Leider zeigen Untersuchungen bei anderen Produktmerkmalen (z.B. Energieeffizienz), dass ein derartiges „Consumer Empowerment“ aufgrund unverständlicher oder nicht aussagekräftiger Informationen nur bedingt funktioniert. Hier wird auch kommunikationswissenschaftliche Expertise benötigt. Die TUM baut momentan solche Expertise in Forschung und Lehre auf, insbesondere in der School of Social Science and Technology, dem Think Tank an der Hochschule für Politik, an der School of Management und im Institute for Life-Long Learning.

Effektive Kommunikation und demokratisch-politische Tragfähigkeit brauchen zudem breite gesellschaftliche Partizipation. Durch ihre Grundlagenforschung zu Partizipation und Legitimität sowie ihre Erfahrungen aus der Praxis von der lokalen bis zur internationalen Ebene, können die Politikwissenschaftler:innen der TUM die Entwicklung von partizipatorischer Governance für die Kreislaufwirtschaft begleiten und befördern.





Die Nachhaltigkeits- transformation von Wirtschaft und Gesellschaft gestalten

CirculaTUM zielt darauf ab, die Nachhaltigkeitstransformation in Forschung, Lehre und Gesellschaft auf globaler Ebene zu gestalten.

5.1 Forschung zur Konzeptionalisierung und Umsetzung der Circular Economy

Grundlegende Forschung sowie schnelle Erarbeitung und Umsetzung praktischer Lösungen: Das will CirculaTUM erreichen, und dafür bündelt die TUM Forschung in einem fachlich exzellenten Rahmen. Die Nachhaltigkeitsherausforderungen, denen wir als Gesellschaft gegenüberstehen, werden dabei proaktiv mit Hilfe inter- und transdisziplinärer Ansätze angegangen. Die Bandbreite der Arbeiten reicht von grundlegenden Arbeiten zum Konzept der Circular Economy, deren Potenzialen und Hemmnissen, notwendigen Schlüsseltechnologien und Skalierung bis hin zu Fragestellungen der Umsetzung im Rahmen nachhaltigen Wirtschaftens und gesellschaftlicher Transformation.

Thematisch stehen dabei die drei beschriebenen Schwerpunktbereiche der industriellen Wertschöpfung, der gebauten Umwelt und der natürlichen Kreisläufe und Bioökonomie sowie der sechs beschriebenen Kompetenzfelder im Vordergrund. Neben klassischen Ansätzen werden auch neue verfolgt: Wirkungsgetriebene, offene und partizipative Konzepte, wie Living Labs, sollen genutzt werden, um gegenseitiges Lernen zwischen Wissenschaft und Gesellschaft innerhalb ko-kreativer Experimentierräume zu ermöglichen, praxistaugliche Lösungen schnell umsetzen zu können. Denn die Aufgaben sind dringlich.

Hierzu werden in den Forschungsthemen und Kompetenzbereichen wegweisende Projektideen identifiziert und strategisch als Flaggschiff-Projekte entwickelt und umgesetzt. Die Vision der Circular Economy wird so in innovativer und verantwortlicher Forschung zur Lösung klar definierter Herausforderungen umgesetzt. Die TUM adressiert damit wesentliche inhaltliche Aspekte ihrer Sustainable Futures Strategy 2030. Zudem wird die darin beschriebene Verzahnung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Perspektive in der Forschung in einen konkreten Use Cases umgesetzt.



5.2 Nachhaltigkeit, ganzheitliches und systemisches Denken lehren

Im Bereich der Lehre werden grundlegende nachhaltigkeitsbezogene Kompetenzen, Systemdenken sowie inter- und transdisziplinäre Problemlösungsfähigkeiten in den Qualifikationszielen aller Bachelor- und Masterstudiengänge angestrebt.

Zudem sollen vor allem Studierende in fortgeschrittenen disziplinen wie interdisziplinären Master-Angeboten Kompetenzen zur Circular Economy erwerben können. Realisiert wird dies etwa durch die in der neuen TUM Lehrverfassung vorgesehenen Projektwochen, Plug-in-Module oder Micro-credentials. Zusätzlich dazu werden Vertiefungen für Doktorand:innen auch in Zusammenarbeit mit universitären Partnern aus dem EuroTech-Verbund sowie weiteren international führenden Universitäten entwickelt.

Auch im Bereich des Life Long Learning für TUM Mitarbeitende und Führungskräfte aus Wirtschaft und Gesellschaft stellen Arbeiten aus der Circular Economy wesentliche Beiträge dar, etwa im Rahmen des Zertifikatsstudium Sustainable Management and Technology und daraus entstehender weiterer Programme.



5.3 Mit Entrepreneurship die Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft gestalten

So anspruchsvoll die industrielle und gesellschaftliche Transformation zu einer Circular Economy sein mag, bietet dieser fundamentale Wandel auch eine der großen unternehmerischen Opportunitäten des 21. Jahrhunderts. Durch die enge Verflechtung der Aktivitäten in Forschung und Lehre mit UnternehmerTUM und dem TUM Venture Lab Sustainability and Circular sowie die intensive Zusammenarbeit mit Partnern aus Wirtschaft und Gesellschaft soll sichergestellt werden, dass wissenschaftliche Erkenntnisse nah an den Bedürfnissen der Praxis erarbeitet, und die Lösungen einen skalierbaren Impact entwickeln.

UnternehmerTUM als Europas größtes Zentrum für Gründung und Innovation soll eine Schlüsselrolle spielen, um etwa regenerative Materialien oder technologischer Lösungen für die Circular Economy zu realisieren und zu kommerzialisieren, und etablierte Unternehmen bei ihrer unternehmerischen Transformation zu begleiten und zu befähigen. Hierzu wird innerhalb der UnternehmerTUM auch die Circular Republic Initiative, um gemeinsam mit Gesellschaft und Wirtschaft die Nachhaltigkeitstransformation durch Circular Economy durch zu unterstützen. Als florierender Gründungsstandort, mit seinen starken Partnern und aufgrund seiner herausragenden Umsetzungstärke kann das unternehmerische Ökosystem von TUM und UnternehmerTUM ein idealer Nährboden für zirkuläre Innovationen und Startups werden, die unsere Industrie und Gesellschaft nachhaltig transformieren.

Dabei gilt es, die Köpfe und Herzen für die Circular Economy zu gewinnen, Studierende und Wissenschaftler:innen für eine eigene Gründung zu begeistern, sowie gemeinsam mit der Industrie die entscheidenden Handlungsfelder zu identifizieren und gezielt zu bearbeiten, die der Circular Economy in spezifischen Sektoren oder gesamtindustriell zum Durchbruch verhelfen. Gleichzeitig kann eine Circular Economy nur gelingen, wenn sie eingebettet ist in einen entsprechenden gesellschaftlichen Rahmen sowie ein angemessenes regulatorisches Umfeld. Impulsgeber und Lösungsanbieter für diesen gesamtindustriellen und gesamtgesellschaftlichen Kraftakt zu sein, wird die große Aufgabe für CirculaTUM, die TUM als Ganzes, und UnternehmerTUM im Speziellen sein.

5.4 Gemeinsam mehr und schneller erreichen

Mit CirculaTUM verfolgt die TUM einen inklusiven und partizipativen Ansatz. Mit allen relevanten Akteuren aus Wirtschaft, Gesellschaft und Politik aber auch unserem exzellenten Netzwerk an nationalen wie internationalen Forschungspartnern sollen relevante Frage- und Problemstellung identifiziert und gemeinsam rasch Lösungen erarbeitet und umgesetzt werden.

Hierbei werden Kooperationen insbesondere mit den Partnerinstitutionen an den TUM-Standorten genutzt und gemeinschaftlich regionale Lösungen zur Circular Economy erarbeitet und umgesetzt. Gleichzeitig werden die Partner aktiv in die Aktivitäten in Forschung, Lehre und Transfer eingebunden.

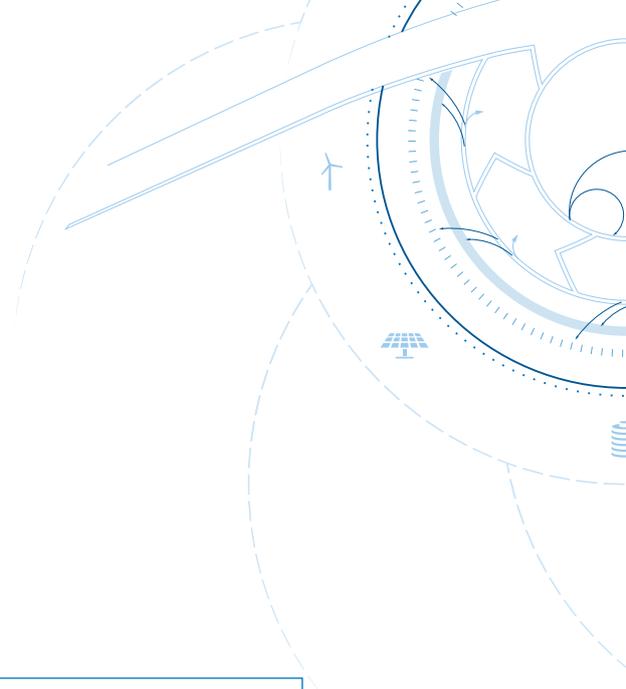
CirculaTUM arbeitet eng mit führenden nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen zur Circular Economy zusammen. Dazu nutzt es bestehenden exzellenten Netzwerke der TUM und ihrer Mitglieder, wie etwa der führenden europäischen technischen Universitäten (EuroTech) oder die globalen Flagship-Partneruniversitäten. Diese Netzwerke werden gezielt um führende Partner erweitert.

5.5 Globale Verantwortung wahrnehmen

Die TUM ist sich als führende Wissenschaftsinstitution auch ihrer globalen Verantwortung und Vorreiterrolle im Bereich der Circular Economy bewusst. Um auf internationaler Ebene eine Transformation zu einer Circular Economy anzustoßen und aktiv zu gestalten, hat CirculaTUM bereits wirkungsvolle Allianzen mit renommierten Partnern geschlossen.

So haben die TUM, TUM Asia sowie CirculaTUM gemeinsam mit der Plastics Recycling Association Singapore (PRAS) ein Memorandum of Understanding (MOU) zum Kunststoffrecycling unterzeichnet. Ziel ist es, Schulungen anzubieten und eine engere Zusammenarbeit im Bereich des mechanischen Recyclings von großvolumigen Kunststoffabfällen, der Verarbeitbarkeit von hochwertigen Rezyklatgranulaten und eine höhere Kreislauffähigkeit von Kunststoffen zu fördern. So wird die langjährige Kooperation mit Singapur in einem zukunftsweisenden Forschungsfeld konsequent fortgeschrieben und ein Beitrag geleistet, um globale Herausforderungen zu bewältigen.

Eine ähnliche Partnerschaft besteht mit Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST) in Ghana zum Thema eines nachhaltigen Elektroschrott-Recycling. Das KNUST-TUM Konsortium arbeitet dabei mit lokalen Stakeholdern aus Politik und Gesellschaft an umweltverträglichen Recyclingstrategien, welche die Gesundheits- und Arbeitsbedingungen vor Ort berücksichtigen. Spezifische Herausforderungen sollen dabei im Rahmen von Drittmittelprojekten adressiert werden, um eine gemeinsame langfristige Zusammenarbeit aufzubauen.



„Gesundheit & Krankheit“

In den OECD-Mitgliedsstaaten sowie China und Indien verursacht der Gesundheitssektor fast 5 Prozent des nationalen CO₂ Fußabdrucks; zwei Drittel davon stammen aus den Lieferketten. Zudem übernimmt der Gesundheitssektor mit seinem hohen gesellschaftlichen Ansehen eine wichtige Vorbildfunktion für die praktische Umsetzung von Circular Economy als Modell der nachhaltigen Produktion und Verbrauchs von Materialien. Er kann zu einem Motor der Transformation zu einem gesünderen Planeten als Voraussetzung für eine gesündere Bevölkerung werden.

Spätestens die COVID-19-Pandemie hat deutlich gemacht, wie sehr die Gesundheitsversorgung von globalen Lieferketten abhängig ist. Mit einer Kreislaufwirtschaft können wir unsere Versorgungssicherheit erhöhen und zudem die Emissionen im Gesundheitssektor verringern.

Die Technische Universität München bringt mit ihrer starken, interdisziplinären Forschung die idealen Voraussetzungen mit, auch im Gesundheits- und Präventionsbereich neue Konzepte zu entwickeln, die weit über die Materialforschung und Entwicklung von Konversionstechnologien hinausreichen. Vernetzung der Medizin- und Life Science Forschungsbereiche mit den Sozial-, Politik- und Wirtschaftswissenschaften sind Grundvoraussetzung, um den besonderen Herausforderungen im Gesundheitswesen zu begegnen.

Beispiele für Arbeiten:

- ➔ Erarbeitung von Defossilisierungsstrategien im Gesundheitssektor mit Fokus auf die Materialversorgung, vor allem im Präventionsbereich durch Nachhaltigkeitsbewertung für die Herstellung (z.B. Hygieneartikel).
- ➔ Aufbau nachhaltiger lokaler Ansätze zur Implementierung von kreislauforientierten Konzepten für die Wertschöpfungskette, auch im Sinne von Global Health mit der Partner Universität Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST) in Ghana, der TUM-Partneruniversität in Afrika (z.B. Abfallentsorgung, Integration neuer Sterilisationsverfahren etc.).



5.6 Circular Economy in einem flexiblen und lernenden Netzwerk voranbringen

Nach der Gründung wurde eine schlanke und agile Organisationsform für das TUM Mission Network Circular Economy etabliert. Angesichts der Größe der Herausforderungen sowie deren Dringlichkeit sollen hiermit aber keine Strukturen zementiert werden. Bewusst ist das Mission Network als lernendes Netzwerk konzipiert, das kontinuierlich weiterentwickelt wird, um sich auf neueste Erkenntnisse und sich ändernde Rahmenbedingungen anzupassen.

CirculaTUM wird von einem Kernteam koordiniert, das den regelmäßigen Austausch im Netzwerk auf allen Ebenen fördert. Das Team besteht aus der akademischen Leitung durch Prof. Dr. Magnus Fröhling (Professur Circular Economy) und Prof. Dr. Johannes Fottner (Lehrstuhl Fördertechnik, Materialfluss, Logistik), der Koordinatorin Ann-Christin Kessler und den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen Vanessa Heinrich und Merve Emir.

Gemeinsam mit den Mitgliedern entwickelt das CirculaTUM Team das Netzwerk kontinuierlich weiter und ermöglicht den internen wie auch den externen Austausch. Das Team übernimmt weiter die Organisation von Events, das Netzwerkmanagement und die Verwaltung, koordiniert die Akquisition von Drittmitteln für Forschungsprojekte sowie

Marketing und Kommunikation, um die Zusammenarbeit und den Wissensaustausch innerhalb und außerhalb des Netzwerks zu fördern.

Anlässlich der Veröffentlichung unserer Broschüre möchten wir allen Mitgliedern für Ihre Mitwirkung und Beiträge herzlich danken.

Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing.
Johannes Fottner
j.fottner@tum.de

Lehrstuhl für
Fördertechnik
Materialfluss Logistik

Prof. Dr.
Magnus Fröhling
magnus.froehling@tum.de

Professur für
Circular Economy

...



Gemeinsam den technologischen Wandel gestalten

Ausblick und Perspektiven

Mit dem TUM Mission Network Circular Economy (CirculaTUM) entwickeln wir ein Zentrum für Circular Economy in Forschung, Lehre sowie Bildung und Transfer, um unseren Teil zur Erreichung von Nachhaltigkeits- und Klimaschutzzielen zu leisten.

Die Circular Economy ist eine Schlüsselstrategie zur Erreichung der Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele auf globaler, nationaler und regionaler Ebene. Erscheint die grundsätzliche Idee zunächst einfach und einleuchtend, erfordert diese neben individuelle Spitzenleistungen vor allem auch komplexes Systemdenken und Zusammenarbeit über disziplinäre Grenzen hinweg. Die Herausforderungen sind enorm, deswegen bedarf es vor allem einer schnellen Skalierung und Adaption der erarbeiteten Lösungen in der Gesellschaft. Dies ist eine große Aufgabe. Es sind grundlegende Forschungsarbeiten, Entwicklung von Technologien und Materialien wie auch von neuen Geschäftsmodellen, angepasster Regulatorik und nicht zuletzt zur Akzeptanz solcher Lösungen in der Gesellschaft und zur Transformation nötig. Es geht aber auch darum, die notwendige kreislauf- und nachhaltigkeitsorientierte und systemische Denkweise sowie inter- und transdisziplinäre Arbeitsweisen in universitäre wie nicht-universitäre Aus- und Weiterbildungen zu verankern, ohne Abstriche in disziplinärer Exzellenz zu machen. Nur so kann die Transformation hin zu einer Circular Economy gelingen.

Mit dem TUM Mission Network Circular Economy möchten wir unsere exzellenten Forscher:innen und Studierenden, die sich an der TUM mit relevanten Fragestellungen beschäftigen, verbinden und mit vereinten Kräften die Entwicklung und Umsetzung der Circular Economy aktiv und sichtbar gestalten. Gemeinsam mit dem TUM Venture Lab Sustainability and Circular Economy, der UnternehmerTUM und dem TUM Think Tank ist die TUM in einzigartiger Weise in der Lage, die notwendige disziplinäre Breite und Tiefe für eine ganzheitliche Adressierung der Circular Economy zu schaffen, der diese Ideen aber auch immer integriert in Bezug auf eine rasche Skalierung und Umsetzung erarbeitet. Eingebettet in das einzigartige unternehmerische Umfeld um unsere Standorte mit einer großen und aktiven Start-up Szene, Mittelstand und Großindustrie aber auch in Kooperation mit Städten, insbesondere an unseren Standorten in München und Straubing und dem Land möchten wir so einen einzigartigen Hub für Circular Economy schaffen. Dabei werden wir bewährte Ansätze weiterverfolgen, aber auch in Forschung, Lehre sowie Bildung und Transfer neue Wege beschreiten.

Dies wollen wir vor allem partizipativ tun. Ich möchte Sie daher sehr herzlich einladen, diesen Weg mitzugehen. Diskutieren Sie mit uns über Chancen und Hemmnisse. Arbeiten Sie mit uns an nachhaltigen und praktikablen Lösungen. Lassen Sie uns diese gemeinsam in die Praxis umsetzen. So können wir die Ziele erreichen, die Potenziale, die das Konzept der Circular Economy besitzt, nutzen und zu einem Leben und Wirtschaften im Einklang mit den Grenzen unseres Planeten beitragen.

Wir freuen uns auf die Begegnung mit Ihnen.



Prof. Dr. sc. techn. Gerhard Kramer

Geschäftsführender Vizepräsident für Forschung und Innovation

Impressum

CirculaTUM

TUM Mission Network Circular Economy an der
Technischen Universität München im Rahmen
der TUM AGENDA 2030
März 2024

Herausgeber:

Technische Universität München
Präsident Prof. Thomas F. Hofmann
Pressesprecher
Arcisstraße 21
80333 München
www.tum.de

Redaktion:

Technische Universität München
Ulrich Meyer
Pressesprecher
Arcisstraße 21
80333 München

Gestaltung und Grafiken:

ediundsepp Gestaltungs mbH

Druck:

Walch Druck Augsburg
Gedruckt auf Recyclingpapier

Kontakt:

Pressestelle
Technische Universität München
Arcisstraße 21
80333 München
Tel. +49 89 289 22778
presse@tum.de

CirculaTUM :

www.mission-networks.tum.de/circular-economy
circula@tum.de
www.linkedin.com/school/circulatum

Bildnachweise:

S. 5 NASA; Astrid Eckert, TUM	S. 28 Yiyun Tong
S. 8 Vanessa Heinrich	S. 30 Julia Ihls
S. 19 BMW AG	S. 35 Andreas Heddergott, TUM
S. 21 UTA / TUM	S. 38 Astrid Eckert, TUM
S. 23 Andreas Heddergott, TUM	S. 41 Andreas Heddergott, TUM
S. 27 Bert Willer, CIRCULAR REPUBLIC	S. 42 Bert Willer, CIRCULAR REPUBLIC
	S. 46 Astrid Eckert, TUM

