Chemie- und Biosystemtechnik

Roadmap des Leistungs- und Transferzentrums Chemie- und Biosystemtechnik Mitteldeutschland

Erstellt durch:
Geschäftsstelle des Leistungs- und Transferzentrums

Ilka Henze
Dr. Uwe Spohn
Phillip Suttmeyer

Version/Stand: Januar2019

Inhaltsverzeichnis

1 Fokus des Konzeptes 3
2 Strategie der Nachhaltigkeit und Zielstellung 4
3 Forschungsschwerpunkte und Motivation 6
3.1 Polymer und biopolymerbasierte Materialsysteme S1 7
3.2 Ganzheitliche Wirkstoffsysteme S2 8
3.3 Nachhaltige Oberflächenchemie und -physik S3 9
3.4 Kohlendioxidneutrale Kohlenstoff – und Wasserstoffkonversion S4 10
4 Modellregion Mitteldeutsches Chemiedreieck: Chemie- und Biosystemtechnik 4.0 11
5 Schwerpunktübergreifende Gesamt-Strategie 12
6 Transferpfade 13

1 Fokus des Konzeptes

Das Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik Mitteldeutschland (LTZ CBS) ist eine länderübergreifende und von der Fraunhofer-Gesellschaft initiierte Plattform des Wissens- und Technologietransfers, die nachhaltige Innnovation aus der Forschung innerhalb der Wirtschaft voranbringt.

Es wurde als zentrale Anlaufstelle zur Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft mit überregionaler Ausstrahlung implementiert und ist Katalysator für die Wechselwirkung von Forschung, regionaler Wirtschaft und Politik zur Beschleunigung des Technologie- und Wissenstransfers. Die Aktivitäten des LTZ CBS fokussieren sich auf den mitteldeutschen Wirtschaftsraum und hier besonders auf kleine und mittlere Unternehmen. In der Kooperation mit Forschungseinrichtungen werden gezielt innovative Transferleistungen erbracht und gefördert. Diese Verbindung von außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit Universitäten/Hochschulen und der Industrie schafft Synergien und neue Möglichkeiten zur nachhaltigen Weiterentwicklung ganzer Branchen und Industriezweige.

Deshalb sind unter dem Leitmotiv der ganzheitlichen Nachhaltigkeit die Ressourcenschonung durch Energie- und Materialeffizienz, sowie der Übergang von unidirektionalen zu Kreislaufprozessen unter Einbeziehung der Digitalisierung und Vernetzung die zentralen Themen. Die Betrachtung kompletter Wertschöpfungsketten, fokussiert auf die Implementierung zirkulärer Prozesse, prägt die Arbeit maßgeblich und entwickelt sich zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil gegenüber den in den Grenzen der jeweiligen Institutionen eingeschränkten Forschungstätigkeiten.

Basierend auf der Projekt- und Forschungsstruktur wurden vier innovative Schwerpunkte identifiziert, fokussiert und miteinander verknüpft: S1: Polymer- und biopolymerbasierte Materialsysteme, S2: Ganzheitliche Wirkstoffsysteme, S3: Nachhaltige Grenzflächenchemie und -physik und S4: CO_2-neutrale Kohlenstoff- und Wasserstoffkonversion. Jeweils ein ausgewählter und bestätigter Schwerpunktsprecher engagiert sich als Interessenvertreter der Projektbearbeiter gemeinsam mit der Geschäftsstelle des LTZ CBS für die inhaltliche Passfähigkeit der Forschungsarbeiten sowie deren Fokussierung und Einbindung in den Gesamtkontext. Dabei stehen das Innovationspotenzial und die Verwertungsperspektive möglicher Produkte im Vordergrund, um eine ganzheitliche Nachhaltigkeit gemäß der Sustainable Development Goals[1] über Ökologie und Ökonomie hinaus zu erreichen.

[1] David Griggs, Mark Stafford-Smith, Owen Gaffney, Johan Rockström, Marcus C. Öhman, Priya Shyamsundar, Will Steffen, Gisbert Glaser, Norichika Kanie & Ian Noble. Sustainable development goals for people and planet Nature 495 (2013) 305–307.

2 Strategie der Nachhaltigkeit und Zielstellung

Das Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik Mitteldeutschland (LTZ CBS) ist eine länderübergreifende und von der Fraunhofer-Gesellschaft initiierte Plattform des Wissens und Technologietransfers, die nachhaltige Innnovation aus der Forschung innerhalb der Wirtschaft voranbringt.

Es wurde als zentrale Anlaufstelle zur Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft mit überregionaler Ausstrahlung implementiert und gilt als Katalysator für die Wechselwirkung von Forschung, regionaler Wirtschaft und Politik zur Beschleunigung des Technologietransfers. Als länderübergreifende Institution fokussieren sich die Aktivitäten des LTZ CBS auf den mitteldeutschen Wirtschaftsraum. Besonders auf kleine und mittlere Unternehmen konzentriert, werden gezielt innovative Transferleistungen erbracht und gefördert. Dazu wird der Zugang zu Wissenschaft, Forschung, Aus- und Weiterbildung, sowie technischer Ausstattung ausgebaut und die Entwicklung marktreifer Produkte beschleunigt. Das LTZ CBS etabliert sich in der Region als zentrale Anlaufstelle für Forschung zum Thema – *„Mit nachhaltigen Produktionsprozessen und biokompatiblen Stoffen zur Chemie-, Material- und Biosystemforschung 4.0“*. In seiner strategischen Ausrichtung steht die interdisziplinäre, wissenschaftliche Begleitung bei der nachhaltigen Weiterentwicklung der chemisch-pharmazeutischen Industrie nach Prinzipien der Industrie 4.0 im Fokus.

Das LTZ CBS entwickelt sich zu einer institutionenübergreifenden Transfereinrichtung, welche einen Großteil der relevanten Akteure der Chemie, Pharmazie und Bioökonomie Sachsen-Anhalts, Sachsens und benachbarter Bundesländer vereint und sich mit Blick auf die Digitalisierung, die zirkuläre Wirtschaft und die Sektorenkopplung weiterentwickelt. Die Verbindung von außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit Universitäten/Hochschulen und der Industrie schafft Synergien und neue Möglichkeiten zur nachhaltigen Weiterentwicklung ganzer Branchen. Auf diese Weise steht das LTZ CBS als verlässlicher wissenschaftlicher und organisatorischer Partner den Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseichrichtungen sowie der Politik zur Seite. Der forschende, innovative Mittelstand und seine Vernetzung werden als Rückgrat des nachhaltigen Strukturwandels gesehen. Jedoch sind eine abnehmende Forschungs- und Entwicklungsintensität in kleinen und mittleren Unternehmen, sowie rückläufige Gründungszahlen und ein stetig ansteigender Fachkräftemangel aktuell große Herausforderungen, denen sich das LTZ CBS stellt. Es stellt sich als branchenübergreifende Transferplattform auf, die die Vernetzung von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik vorantreibt, wozu unter Einbeziehung bestehender Branchennetzwerke ein »House of Transfer« als Dachorganisation und politischer sowie organisatorischer Multiplikator aufgebaut wird.

Der durch den Klimawandel, die demographische Entwicklung und die globale Wirtschaft getriebene Strukturwandel in Mitteldeutschland gibt hierbei den Handlungsrahmen vor. Dieser bedingt die nachhaltige Umstellung der gesamten chemischen Industrie. Neben der wesentlich höheren stofflichen und energetischen Effizienz wird deren optimale Kombination mit der sozialökonomischen und global-ökologischen Nachhaltigkeit gefordert. Ressourceneffizienz, Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit sind die Voraussetzung für die Entwicklung und Einführung der benötigten CO_2 -neutralen und -negativen Technologien mit der primären Ausrichtung auf eine hohe Wertschöpfungsintensität. Die Unternehmen der Region stehen vor der Herausforderung, nach dem einschneidenden Strukturwandel der Wiedervereinigung 1990 den nächsten, diesmal klimapolitisch bedingten Strukturwandel bewältigen zu müssen. Aus einer vom Fraunhofer CEM »Center for Economics of Materials« im Jahr 2017 erarbeiteten Studie[2] zum Rohstoffbedarf der Chemieindustrie in Mitteldeutschland ergibt sich z.B. die Aufgabe, auch einen Transformationspfad zum strukturellen Umbau der Rohstoff- und Energieversorgung zu entwickeln.
Das LTZ CBS wird deshalb in den kommenden Jahren zum Think Tank für Chemie- und Biosystemtechnik in Mitteldeutschland ausgebaut. Dabei wird es sich zukünftig immer stärker und innovativer Themen der intelligenten Digitalisierung, wie z.B. der Anwendung künstlicher Intelligenz, der zirkulären Wirtschaft und der Sektorenkopplung als entscheidende Faktoren für langfristiges Wachstum, sowie unterstützend der Bewältigung unternehmerischer und regulatorischer Risiken der regionalen Industrie widmen.

[2] „Zukunftssicherung der chemischen Industrie unter besonderen Rahmenbedingungen/ Rohstoffbezogene Handlungsszenarien – Optionen für die chemische Industrie Sachsen-Anhalt“

Das LTZ CBS hat sich inhaltlich fokussiert, um eine zielgerichtetere interdisziplinäre Forschungsarbeit über institutionelle Grenzen hinweg zu ermöglichen und den wirksameren Transfer von Wissen und Information zwischen und zu den regionalen Akteuren vor Ort zu gewährleisten. Die guten Standortbedingungen bieten ideale Voraussetzungen, um das LTZ CBS als interinstitutionelles Transfermedium langfristig zu verstetigen. Das industrielle Erbe der Region, die miteinander verbundenen Chemieparks, zahlreiche gut vernetzte mittelständische Unternehmen in den Branchen Chemie, Pharmazie, Medizintechnik und Biotechnologie, gewachsene Forschungsinfrastrukturen mit optimaler Anbindung sowie viele weitere Faktoren lassen zudem eine hohe Digitalisierungs – und Forschungsdividende erwarten. Aus diesen Bedingungen heraus wird ein Innovationsökosystem geschaffen, das aus dem Nachteil fehlender Konzernzentralen den Vorteil von Flexibilität, Dynamik und Gründungskultur entwickelt. Die Betrachtung kompletter Wertschöpfungsketten wird die Arbeit prägen und sich zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil gegenüber den in den Grenzen der jeweiligen Institutionen eingeschränkten Forschungstätigkeiten entwickeln.

Auf den Transferpfaden Vertragsforschung, Lizenzierung, Ausgründungen, Köpfe & Karriere, Weiterbildung und Transfer in die Gesellschaft (Schema 1) werden möglichst effiziente Formen der Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft entwickelt, um gemeinsam nachhaltig innovativ wertschöpfende Produkte und Dienstleistungen für die Industrie der Region zu entwickeln. Interinstitutionell soll so eine Innovationsumgebung geschaffen werden, die dem Aufbau und die Entwicklung hochflexibel und dynamisch handelnder Netzwerke und eine neue Gründungskultur ermöglicht. Die Handlungsformel lautet: Durch nachhaltig strategisch angelegte Grundlagenforschung und gezielt abgeleitete Anwendungsforschung zur Entwicklung innovationsfähiger Produkte mit hohem Wettbewerbsvorteil zur Gründung leistungsfähiger KMUs bzw. zur Erhöhung ihrer Wettbewerbsfähigkeit beizutragen. Deshalb sind in Mitteldeutschland insbesondere klein und mittelständische Unternehmen zu befähigen, sich den wachsenden Herausforderungen, u. a. aus den neuen energie- und rohstoffpolitischen Anforderungen des Strukturwandels zu stellen. Die Bewältigung dieser Transformation ist für die mitteldeutschen Standorte und die dort ansässigen Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette existentiell, was eine sehr hohe Ressourcen- und Energieeffizienz und weitgehend geschlossene Kreislaufprozesse bedingt.

In enger Kooperation mit etablierten Einrichtungen und Netzwerken werden Blaupausen für die schrittweise Transformation der chemisch-pharmazeutischen Industrie in Deutschland und Europa geschaffen. Die mitteldeutsche Wirtschaftsregion hat hierbei die Möglichkeit, sich zu einer länderübergreifenden Pilotregion für eine zukunftsfähige und nachhaltige Industriegesellschaft zu entwickeln.Nur mit Unterstützung der regional vertretenen Fraunhofer-Center und -Institute und der ansässigen Universitäten und Hochschulen kann diese Aufgabe bewältigt werden. Daraus abgeleitete Kooperationen mit der Industrie sowie den ansässigen kleinen und mittleren Unternehmen sind hierbei unabdingbar. Das LTZ CBS fokussiert sich in seiner Entwicklung bis 2030 auf die technologische Unterstützung der Transformation für den Strukturwandel der mitteldeutschen Chemieregion.

Zusammenfassend werden für das LTZ CBS folgende Ziele abgeleitet:

1. Mit ganzheitlicher Nachhaltigkeit in der interdisziplinären Technologieentwicklung zu einer klimaneutralen Region der innovativen Wertschöpfung auf internationalem Spitzenniveau

2. Substitution bisheriger linearer Wertschöpfungsketten durch nachhaltigere, vorwiegend zirkuläre Technologien mit hohem Digitalisierungsgrad

3. Verknüpfung der Rohstoff- und Energiewende mit einer weitreichenden Digitalisierung gesamter Wertschöpfungsketten, beginnend bei der Datenerfassung über die Verarbeitung bis hin zum Produkt und seiner Wiederverwertung

4. Ableitung und Entwicklung von Schlüsselthemen und -projekten mit besonders hohem Innovationspotenzial

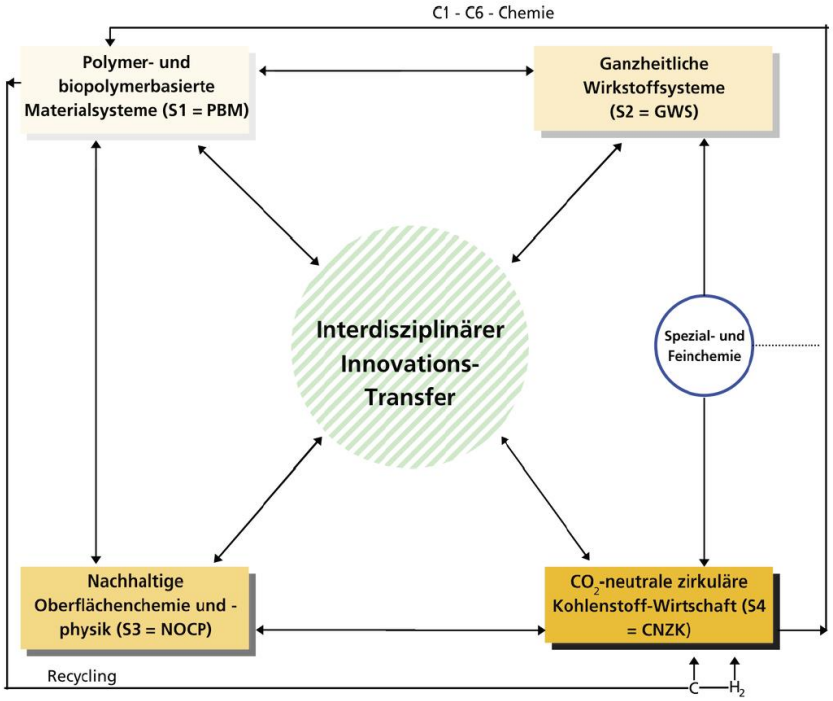
Das LTZ CBS ist somit wichtiger Bestandteil der Innovationsstrategie Mitteldeutschlands und ein elementares Bindeglied in der Kooperation von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik.

3 Forschungsschwerpunkte und Motivation

In der globalisierten Welt verschieben sich die Grenzen des Wachstums weg von den begrenzten Ressourcen an Energie, Rohstoffen, Fläche und Raum hin zur Entwicklung einer am Interesse der Gesellschaft orientierten, intelligenten Nachhaltigkeit im Ganzen. Das bedeutet hohe ganzheitliche Wertschöpfung durch Ressourcenschonung, Energie- und Materialeffizienz, Rückgewinnung und Übergang von unidirektoralen Prozessen zu vernetzten Kreisprozessen, vor allem aber zu wissens- und datenbasierter Digitalisierung und Vernetzung, wobei die Entwicklung und Anwendung künstlicher Intelligenz das verbindende strategische Thema bildet. Die Chemie- und Biosystemtechnik 4.0 wird zukünftig zum Instrument werden, dass die Faktoren Forschung, Entwicklung und Innovation beschleunigen wird. Wachstum wird vorwiegend auf einer ganzheitlichen Nachhaltigkeit basieren und durch Optimierung, z.B. mittels genetischer Algorithmen und gerichtete Evolution stattfinden. Es wird somit auf Forschung und Entwicklung, ganzheitlichem Design sowie Bildung, Weiterbildung und Qualifikation beruhen. Wertmaßstab wird die ganzheitliche Nachhaltigkeit sein, was Innovation basierend auf Spitzenforschung voraussetzt.
Deshalb wurden im LTZ CBS die Schwerpunkte S1 bis S4 für angewandte Forschung mit einem hohen Innovationspotenzial entwickelt, die sich interdisziplinär vernetzen und strategisch fokussieren lassen. Dabei stehen die jeweiligen, auf Innovation und nachhaltige Wertschöpfung ausgerichteten Schlüsselfragen im Mittelpunkt. Die Klammer zwischen den Schwerpunkten:

1. Polymer – und biopolymerbasierte Materialsysteme S1
2. Ganzheitliche Wirkstoffsysteme S2
3. Nachhaltige Oberflächenchemie und -physik S3 und
4. Kohlendioxidneutrale Kohlenstoff – und Wasserstoffkonversion S4

ist die Maximierung der messbaren Nachhaltigkeit, die ganzheitlich die chemisch – stoffliche, die sozialökonomische und die biosphärische, eingebettet in die globale Nachhaltigkeit einschließt. Die Vernetzung zu einer fokussierten Gesamtstrategie für die Mitteldeutsche chemisch pharmazeutische Industrie soll entsprechend Schema 1 erfolgen. Eine zielführende Fokussierung geht von in diesen Schwerpunkten identifizierten Hauptthemen aus:



Schema 1 Die vier Schwerpunkte des LTZ CBS und ihre wichtigsten Verknüpfungen und Interaktionen für den interdisziplinären Innovationstransfer.

3.1 Polymer und biopolymerbasierte Materialsysteme S1

Dieser Schwerpunkt wird von Prof. Dr. Peter Michel als Schwerpunktsprecher vertreten. Der polymerbasierte Leichtbau (bevorzugt Thermoplaste), die Polymersynthese aus Ausgangsstoffen aus erneuerbaren Rohtsoffen und molekular recycelbaren Polymeren, der polymerbasierte 3D Druck und das stoffliche Recycling von Kunststoffen sind die Hauptthemen 1.1 bis 1.4.

Polymere Materialsysteme haben ihren Ursprung in der chemischen Raffination/ Konversion von Erdöl, Erdgas und Kohle. Diese führt zu den entsprechenden Monomeren und geht zunehmend von Biomasse, Kunststoffabfällen, sowie Wasserstoff und Kohlendioxid aus, wobei die benötigte Energie aus erneuerbaren Quellen stammt. Das stoffliche Recycling von Kunststoffen führt zu einer Projektsymbiose mit dem Schwerpunkt S4. Die für biopolymerbasierte Materialsysteme eingesetzten Polymere werden entweder direkt aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen oder biotechnologisch hergestellt, wie z.B. durch Expression in Mikroorganismen und Zellen, die in automatisch überwachten Bioreaktoren kultiviert werden. Alternativ dazu können auch die Monomere selbst aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden. Letztlich lassen sich auch konventionellen Monomere, wie z.B. Ethylen über Ethanol gewinnen.

Hauptthema 1.1: ***Polymerbasierter Leichtbau***
Der polymerbasierte Leichtbau konzentriert sich auf die Entwicklung von mit Kohlen- und Naturfasern verstärkten Polymermaterialien und abgeleiteter Leichtbaustrukturen für den Automobil- und Flugzeugbau sowie Propeller für Windkraftanlagen. Dabei spielen Compoundierungsverfahren, die optimale Einbindung der Faserverstärkung und die Kombination mit gefalteten Stützstrukturen Schlüsselrollen. Die Optimierung der Herstellungsverfahren basiert zunehmend auf einer modellgestützten, digitalen Prozessüberwachung und -steuerung. Eine Schlüsselfrage wird das Recycling einbeziehende Materialdesign spielen.

Hauptthema 1.2: ***Biopolymerbasierte und biologisch abbaubare Polymermaterialien***
Die Synthese von abbaubaren Polymeren konzentriert sich auf die Einstellbarkeit der biologischen Abbaubarkeit über Sollbruchstellen und den Einbau von aus erneuerbaren Rohstoffen hergestellten Monomeren. Über die Synthese und Charakterisierung von abbaubaren Polymermaterialien und polymeren Träger- und Transportpartikeln ergeben sich strategische Andockstellen zu den Schwerpunkten S2, S3 und S4.

Hauptthema 1.3: ***3D Druck und Rapid Prototyping***
Als Paradebeispiel für die digitalisierte Produktion weist der programmierte 3D Druck bei der individualisierten Fertigung aus Kunststoffen innovative Wege. In Anknüpfung an den Schwerpunkt S2 könnte diese Technologie auch die Entwicklung und Herstellung künstlicher Organe und anderer Implantate beschleunigen. Dabei wird die Anwendung von Biopolymeren weiter stark an Bedeutung gewinnen. Der 3D Druck von Polymerkompositen und der Mehrkomponentendruck sind richtungsweisende Zukunftsthemen.

Hauptthema 1.4: ***Stoffliches Recycling von Kunststoffen***
Im Trend liegen neue rohstoffseitige Verfahren zum Recycling von Kunststoffen und ganzheitliche Recyclingkonzepte, die schon die Synthese neuer Polymere einbeziehen. Fokus ist die Minimierung des Downcyclings und damit der Werterhalt sowie eine sich daraus entwickelnde Wertschöpfung, die ein nachhaltiges Material- und Bauteildesign voraussetzt (Total Design Management).

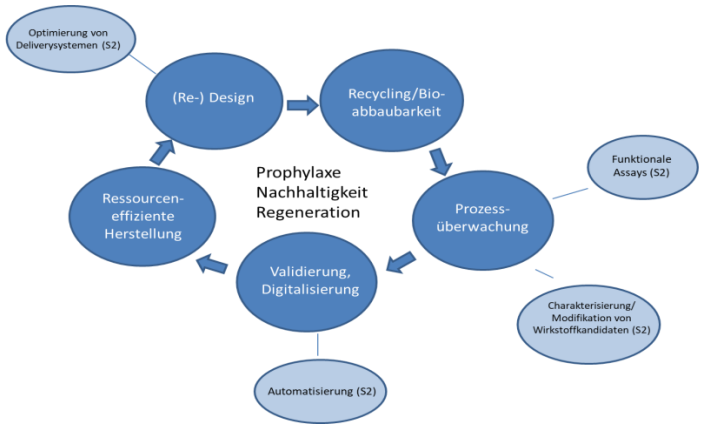
Als derzeitige Schlüsselthemen innerhalb des Schwerpunkts S1 wurden identifiziert:

1. Entwicklung und materialwissenschaftliche Charakterisierung von Hochleistungskautschuken
2. Neue Technologien des thermoplastbasierten Leichtbaus.

Ziel ist es, in Zusammenarbeit mit den Industriepartnern neue biomimetische Kautschuke für den Automotive und den biomedizinischen Bereich auf den Markt zu bringen, die es ermöglichen, mit weniger oder ohne Naturkautschuk auszukommen und zugleich überlegenen Materialeigenschaften aufweisen, die dabei helfen Treibstoff einzusparen. In die gleiche Richtung zielt die Entwicklung von recycelfähigen, vorzugsweise thermoplastbasierten Leichtbauelementen für den Automobilbau und der entsprechenden Herstellungsverfahren.

3.2 Ganzheitliche Wirkstoffsysteme S2

Dieser Schwerpunkt wird von Prof. Dr. Ulrike Köhl als Schwerpunktsprecherin vertreten. Im Schwerpunkt S2 werden neue Wirkstoffsysteme und personalisierte Therapiekonzepte entwickelt. Neue Modellsysteme zur Simulation von Krankheitsbildern werden erforscht, von denen ausgehendneue Wirkstoffe und Therapieformen entwickelt und untersucht werden. Dabei kommen u. a. Zellmodelle und Organ on a Chip-Verfahren zum Einsatz. Dazu werden u. a. funktionale Assays mit Einsatzmöglichkeiten in Diagnose, Monitoring und Qualitätssicherung entwickelt. Am Ende der Wertschöpfungskette steht die Translation neuer Therapeutika zum Patienten. Folgende Hauptthemen werden bearbeitet und weiterentwickelt:



Schema 2 Ganzheitliches Kreisprozess bei der Entwicklung nachhaltig wirksamer Therapien

Hauptthema 2.1: ***Modellierung von Wirkstoffen und Targetsystemen***
Die Modellierung fokussiert sich auf die Abbildung der molekularen Wirk- und Therapiemechanismen bei der Anwendung komplexer Wirkstoffe, wobei ein kooperativ - innovativer Zusammenhang zwischen den dazu entwickelten humanisierten Gewebe- und Organmodulen und der 3D Druck Technologie (S1:HT1.4) mit biokompatiblen Polymermaterialien (S3) hergestellt wird.

Hauptthema 2.2: ***Monitoring von Wirkstoffen***
Das Monitoring konzentriert sich auf die Erfolgsmessung mittels verifizierter Bestimmungsverfahren. Datenbasiert wird auch über mathematische Modellierung die Voraussage des Therapieerfolgs erreicht. Aktuelle Forschungsarbeiten sind die Entwicklung von Isolationsmethoden extrazellulärer Vesikel für die Diagnostik und funktionelle Assays zur Quantifizierung der Wirkung „lebender Krebsmedikamente".

Hauptthema 2.3: ***Biokompatible und selektive Transport- und Adressierungssysteme***
Die Delivery Systeme zielen auf die organ-, gewebe- und targetspezifische Anreicherung, Freigabe und Dosierung der Wirkstoffe ab, wobei u.a. den auf Polymerpartikeln basierten Transportsystemen eine Schlüsselrolle zukommt (Hauptthema 2.1). Auch die Entwicklung eines Inhibitor-Release-Systems für die Therapie von bakteriellen Erkrankungen des Zahnhalteapparates ordnet sich hier ein (Anknüpfungspunkte zu S1 und S3). Neue Delivery Systeme zur RNA Vakzinierung sind ein anderer hochinnovativer Ansatz.

Hauptthema 2.4: ***Entwicklung von Hautersatz –und Hauttherapiematerialien.***
Eine initiale Schlüsselrolle spielen neue, proteinmodifizierte Wundauflagen und der Einfluss von neuen Wirkstoffen auf die Reifung von Kollagenfasern, was im Zusammenhang mit modernen Beschichtungsverfahren, wie dem Elektrospinnen an Bedeutung gewinnt (Anknüpfung an Hauptthema 3.3).

Als Schlüsselthemen wurden identifiziert:

1. Neue immunonkologische Therapien für die Individualmedizin
2. Ortsselektive und zeitkontrollierte Drug Delivery Systeme.

Über das große Potential der genannten Drug Delivery Systeme werden auch im Dentalbereich, in der Dermatologie und im Wundheilungsbereich neue Produktentwicklungen angestrebt.

3.3 Nachhaltige Oberflächenchemie und -physik S3

Dieser Schwerpunkt wird von Dr. Christian Schmelzer als Schwerpunktsprecher betreut. Im Fokus stehen die Entwicklung und Untersuchung funktionaler Grenzflächen und ihres nachhaltigen Designs

Hauptthema 3.1: ***Korrosions- und Biokorrosionsprozesse und ihre Inhibierung***
Dieses Hauptthema befasst sich mit der Herstellung und Modifizierung von Ober- und Grenzflächen für die Inhibierung von Korrosionsprozessen und deren Charakterisierung. Es ist auf die Entwicklung neuer, schneller Verfahren zur Messung und Analyse von Korrosionsprozessen in der Elektronik und ihrer Inhibierung fokussiert und steht für ein übergeifendes volkswirtschaftliches Schlüsselproblem: Der jährliche Schaden durch Korrosion beträgt 3 bis 4 % des BIPs in allen OECD Staaten.

Untersucht werden die Mechanismen korrosiver Vorgänge und ihre Inhibierung, z.B. an elektrischen Kontakten und in Isoliermaterialien von elektronischen Bauelementen. Es ist damit begonnen worden, entsprechende Korrosionsinhibitoren zu entwickeln und auf molekularer Ebene zu optimieren. Des Weiteren ist die Entwicklung eines in situ Verfahrens und einer dazugehörigen Mikrosonde zur voltammetrischen Diagnostik und Untersuchung von Korrosionsprozessen in Bauelementen der Leistungselektronik entwickelt worden. Somit findet ein im Rahmen des LTZ CBS entwickeltes Gerät konkrete Anwendung im regionalen Mittelstand, wobei eine Produktentwicklung angestrebt und in Planung ist.

Hauptthema 3.2: ***Antimikrobielle, bewuchshemmende und proteinabweisende Beschichtungen***
Dieses Hauptthema ist auf die Entwicklung passiver und elektrochemisch aktiver Beschichtungen mit antimikrobieller und den biologischen Bewuchs hemmender Wirkung (Antifouling) ausgerichtet. Es findet in den Bereichen Schifffahrt, marine Technologien, Wasseraufbereitung, Meerwasserentsalzung und Kühlwassersystemen Anwendung. Des Weiteren sind Krankenhäuser und die medizinische Implantologie große Interessenten und Abnehmer für antimikrobielle Oberflächenbeschichtungen.

Im erweiterten Sinn schließt dieses Hauptthema auch selbstreinigende und schmutzabweisende Oberflächen ein, zu denen auch Antifingerprint – Beschichtungen auf Sol-Gel-Basis zählen. Technologisch und wissenschaftlich sind die Hauptthemen 3.1 und 3.2 eng miteinander verzahnt, weshalb eine intensive interne Kooperation gelebt wird.

Hauptthema 3.3: ***Biokompatible Oberflächen und proteinbasierte Beschichtungen***
Dieses Hauptthema ist auf die biochemische, chemische und mechanisch – morphologische Modifizierung und Adaption von Implantatoberflächen fokussiert. Des Weiteren stehen proteinbasierte Beschichtungen mit dem Ziel einer hohen Biokompatibilität im Fokus. Die bereits bestehenden, inhaltlichen Kooperationen zum Hauptthema 2.4 (Entwicklung von Hautersatz- und Hauttherapiematerialien) im Schwerpunkt S2 werden gezielt ausgebaut.

Als Schlüsselthemen wurden identifiziert:

1. Mikrostrukturanalytische und elektrochemische Untersuchung von korrosiven Versagensmechanismen in der Mikro- und Leistungselektronik
2. Biokompatible Grenzflächen und Beschichtungen für Implantate und Wundauflagen.

Es gilt, im Bereich der Leistungs- und Steuerelektronik neue Konzepte für die zuverlässigere und schnellere Diagnose und Inhibierung von Korrosionsprozessen zur Produktreife zu führen. Durch die langjährige erfolgreiche Zusammenarbeit mit den entsprechenden Firmen wurde durch eine gezielte Grundlagenforschung die Voraussetzungen dafür geschaffen. Ein gelebter Technologie- und Wissenstransfer in die industrielle Umsetzung wird in absehbarer Zeit stattfinden.

3.4 Kohlendioxidneutrale Kohlenstoff – und Wasserstoffkonversion S4

Dieser Schwerpunkt wird von Prof. Dr.-Ing. Bernd Meyer als Schwerpunktsprecher vertreten.

Die kohlendioxidneutrale Kohlenstoffverwertung ist eine Strategie zur ursächlichen Reduzierung der Kohlendioxidemissionen in der chemischen Industrie, eröffnet den Weg zur Herstellung von Synthesegas, Pyrolyseölen, gasförmigen Kohlenwasserstoffen und synthetischer Kraftstoffe und zielt langfristig auf den Umbau der Chemischen Industrie zu einer kohlendioxidneutralen.

Hauptthema 4.1: ***Vergasung und Pyrolyse von kohlenstoffhaltigen Rest -und Abfallstoffen***
Im integrierten Konzept »GreenCarbonChem« werden Verfahren zur Vergasung und Pyrolyse von kohlenstoffhaltigen Rest- und Abfallstoffen und von Biomasse entwickelt, die zur Herstellung von Synthesegasen, Ölen und Synthesebausteinen bis hin zu kohlenstoffbasierten Materialien genutzt werden. Kohlenstoffkreisläufe werden geschlossen, was durch die Einkopplung von grünem Wasserstoff (Hauptthema 4.2) und den Einsatz biogener Abfall- und Reststoffe gelingen wird. Dies schließt Projekte zum stofflichen/chemischen Recycling von Kunststoffen ein.

Hauptthema 4.2: ***Wasserstofftechnologie der Basis erneuerbarer Energiequellen***
Im Konzept »GreenHydroChem« geht es um den Aufbau einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft, die zunächst die elektrolytische Erzeugung von Wasserstoff durch Strom aus erneuerbaren Energiequellen, seine Speicherung in Salzkavernen und seinen Transport durch Pipelines im mitteldeutschen Chemiedreieck umfasst. Die Einkopplung grünen Wasserstoffs in moderne Kohlenstoffkreisläufe der Grundstoffchemie gilt es auszubauen. Die Nutzung des in der Wasserelektrolyse entstehenden Sauerstoffs parallel zum Wasserstoff in der Grundstoffchemie eröffnet einen weiteren, wirtschaftlich bedeutsamen Technologiepfad. Die Nutzung des Wasserstoffs als Synthesegas ist auch bezüglich der Herstellung synthetischer Kraftstoffe (Power to Fuel) für eine klimaneutrale chemische Industrie und im Sinne der Sektorenkopplung für den Verkehrssektor von entscheidender Bedeutung. Da die Erreichung der in Deutschland und Europa avisierten Klimaschutzziele einen extrem hohen Bedarf an wirtschaftlich und klimaneutral herzustellendem Wasserstoff bedingen, werden die auf die elektrolytische Wasserstofferzeugung laufenden Projekte mit hoher Priorität bearbeitet.

Hauptthema 4.3: ***Das stoffliche Kunststoffrecycling***
Es werden chemische und thermochemische Verfahren zur Aufarbeitung und zum werterhaltenden Recycling entwickelt. Dabei werden die Stoffströme mit den Energieflüssen kombiniert und diesen ein entsprechender, ökonomischer Wert zugeordnet. Aus dem Vergleich solvolytischer und thermochemischer Recyclingverfahren für verschiedene Kunststoffabfälle im jeweiligen Stoffkreislauf sollen die nachhaltigsten Verfahrenswege und -konzepte abgeleitet werden. Es bestehen große Schnittmengen mit dem Hauptthema 4.1 und dem Schwerpunkt S1, insbesondere, wenn das immer wichtiger werdende ganzheitlich Design von polymerbasierten Werkstoffen und Bauteilen betrachtet wird.

Hauptthema 4.4: ***Erneuerbare Kohlenstoffquellen und nachhaltige Biotechnologie***
Aufgrund der hochentwickelten und wirtschaftlich bedeutsamen Land- und Forstwirtschaft und des vorhandenen großen Potenzials an Biotechnologie werden u.a. Projekte zur photosynthetischen CO_2 – Konversion durch selektierte und gentechnisch designte Algen und Photobakterien bearbeitet. Es wird ein weiterer potentiell klimaneutraler Weg zur Herstellung von Grund- und Spezialchemikalien aufgezeigt. Über die Nutzung von Lignin, Cellulose, Stärke und Zucker, sowie Pflanzenöle und Phospholipide ergeben sich neue Wege zur Entwicklung einer klimaneutralen Chemie- und Kunststoffindustrie. Es entwickeln sich vielversprechende Anknüpfungspunkte zum Schwerpunkt S1 und den anderen Hauptthemen des Schwerpunktes S4.

Als Schlüsselthemen wurden identifiziert:

1. Chemisches Recycling von Kunststoffen und Kautschuken (GreenCarbonChem)
2. Beiträge zur Wasserstofftechnologie in Mitteldeutschland (GreenHydroChem).

4 Modellregion Mitteldeutsches Chemiedreieck: Chemie- und Biosystemtechnik 4.0

Angestrebt wird die Entwicklung neuer thermochemischer Recylingverfahren zur Erzeugung von Synthesegasen aus Kunststoffabfällen und deren Überführung in die industrielle Anwendung. Der Aufbau des Reallabors »GreenHydroChem« zielt auf die Anwendung von grünem Wasserstoff in der Chemischen Industrie Mitteldeutschlands, um im Bereich der Grundstoffe, z.B. Steamcracker, Methanol- und Ammoniaksynthese, Methanol to Olefin Prozess, Power to Heat und Power to Fuel die Wende zur Klimaneutralität einzuleiten und voranzutreiben.

Es gilt zukunftsweisende Wege zur modernen Nutzung alternativer Kohlenstoffquellen von grünem Wasserstoff zu entwickeln und dadurch Beiträge zum klimaneutralen Strukturwandel in der grundstofforientierten chemischen Industrie Mitteldeutschlands zu liefern.

Die für Mitteldeutschland strukturpolitisch relevante Verwertung von Abfallkunststoffen, Biomasse und Braunkohle weist über die von Meyer *et al.* (Lee, R.P., Wolfersdorf, C., Keller, F., Meyer, B. Towards a closed carbon cycles and achieving a circular economy for carboneous resources. Oil, Gas European Magazine 2(2017)76 – 80.) etablierten Vergasungsverfahren und die integrierte Hydrierung der entstehenden Kohlenoxide durch grünen Wasserstoff den Weg zu einer nachhaltigen Nutzung der genannten Kohlenstoffquellen und führt langfristig zu einer kohlendioxidneutralen Kreislaufwirtschaft.

Dazu wird im Chemiepark Leuna das Reallabor »GreemHydroChem« aufgebaut, das die stoffliche Verwertung der oben genannten Kohlenstoffquellen mit der Hydrierung durch grünen Wasserstoff und der dazu notwendigen Gewinnung von Gleichstrom aus erneuerbaren Energiequellen verbindet (Sektorkopplung).

Der Aufbau und die Testung des Reallabors wird über konkrete Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur technischen Wasserelektrolyse (Nachwuchsgruppe »Polymel«), zur Kohlenstoffkreislaufwirtschaft, zur Konversion von Braunkohle in Synthesegas sowie Pyrolyseöle und Kohlenwasserstoffe (Fischer – Tropsch) und zur Hydrierung von CO und CO_2 jeweils im technischen Maßstab begleitet und im industriellen Maßstab getestet. Um eine effiziente Kohlenstoff-Kreislauf-Wirtschaft zu etablieren, wird die Vergasungs- und Pyrolysetechnologie auf die rohstoffliche Verwertung von Abfallkunststoffen und Biomasse als erneuerbare Kohlenstoffquelle ausgedehnt bzw. mit dieser kombiniert

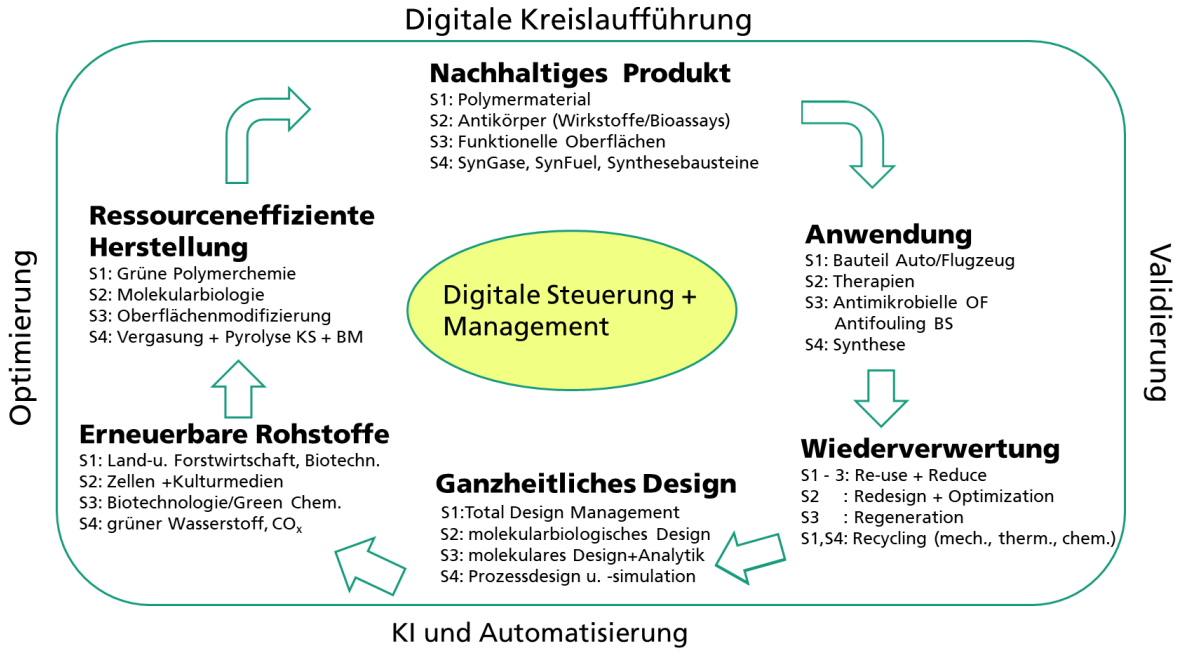
.

Strategisches Zukunftsthema sollte die stoffliche Verwertung von Polymerkompositen (CFK, GFK, Nanokomposite), Elastomeren und Polymerhybridmaterialien sein, woraus sich ein direkter Anknüpfungspunkt zum Schwerpunkt S1 ergibt. Das Thema »Design von recyclingfähigen Werkstoffen und Produkten« leitet sich unmittelbar ab. Durch die zunehmende Einbeziehung des Recyclings von Kunststoffabfällen und von Biomasse wird der Kohlenstoffkreislauf der Chemischen Industrie immer vollständiger geschlossen und erneuerbare Rohstoffe, wie Holz, Stroh u. ä. eingekoppelt. Entscheidende Folgeprozesse dürften die Konversion des bei der Hydrierung von CO und CO_2 bevorzugt hergestellten Methanols in Olefine (MTO), in Aromaten, und zukünftig die Synthese von Olefinoxiden und Olefincarbonaten sein, wobei sich hier auch die direkte Einkopplung von CO_2 als Synthesebaustein ergibt.

Das Schema 1 zeigt die bereits jetzt bestehende Kopplung und Kooperation zwischen den Schwerpunkten S1 bis S4. Derzeit schließt sich der Kohlenstoffkreislauf der Chemsichen Industrie über das stofflich ausgerichtete Recycling durch die gekoppelte Vergasung von Kunststoffabfällen, Braunkohle und demnächst von Biomasse und über die zukünftige Hydrierung von Synthesegas mit grünem Wasserstoff zur Herstellung von Methanol und Folgeprodukten (C1 bis C6 Chemie) bis zu Olefinen u.a. Monomeren zur Herstellung polymerer Materialien. Der Spezial – und Feinchemie, vertreten durch eine Vielzahl innovativer mittelständischer Firmen, kommt eine strategisch wichtige Brückenfunktion zwischen den Schwerpunkten S2 und S4, sowie zum Schwerpunkt S1 zu.

5 Schwerpunktübergreifende Gesamt-Strategie

Aus der bisherigen Themenentwicklung im LTZ CBS, der Fokussierung auf die Schwerpunkte S1 bis S4 und der Identifizierung von Schnittmengen und Synergien ergibt sich unter dem Narrativ der ***Ganzheitlichen Nachhaltigkeit*** in der Chemie – und Biosystemtechnik das im Schema 3 dargestellte strategische Konzept, das die genannten Schwerpunkte produktiv miteinander verbindet.



Schema 3 Ganzheitliche Nachhaltigkeit – Chemie- und Biosystemtechnik 4.0 – basierend auf interdisziplinärer Forschung und Entwicklung

Die Digitale Kreislaufführung geht vom ganzheitlichen Design von Prozessen, Werkstoffen, Bauteilen und Systemen aus, wobei die gesamte Folge der Schritte zur Wertschöpfung bis zur Wiederverwertung des Prozesses und/oder des Werkstoffes berücksichtigt und die Nachhaltigkeit maximiert werden. Die Wertschöpfungsschritte werden bei hoher Konnektivität digitalisiert gesteuert und ausgewertet. Eine möglichst hohe, ganzheitliche Wertschöpfung und/oder eine maximierte Rohstoff- und Energieeffizienz bedeuten in vielen Fällen Klimaneutralität, Umweltverträglichkeit sowie soziale Ausgewogenheit und Stabilität. Die Kreislaufführung führt zur Minimierung von Abprodukten sowie des Energieverbrauchs und eröffnet über die Digitalisierung, Konnektivität und Anwendung der künstlichen Intelligenz den Weg zur inherenten Prozessoptimierung. Kreativität und Wissen müssen auch abgeleitet aus dem Informationsfluss zunehmend als gleichrangige, zukünftig sogar als vorrangige Ressource begriffen werden, was Bildung, Forschung, Qualifikation und Weiterbildung als Transfer einschließt.

6 Transferpfade

Über die im Schema 4 dargestellten Transferpfade definieren sich Key Performance Indicators, über die der Erfolg der einzelnen Projekte ebenso wie der Erfolg der Transferleistungen in gewichteter Summe gemessen wird.
Es wurden sechs Transferpfade entwickelt, die aktiv in r Projektarbeit einbezogen werden und von den jeweiligen Partnern oder initiiativ von der Geschäftsstelle kreativ und praxisnah gestaltet werden. Folgende Transferpfade wurden etabliert:

Schema 4 Vom LTZ CBS verfolgte Transferpfade

Vertragsforschung:
Das Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik platziert sich nach dem One-Stop-Shop Prinzip als zentraler Ansprechpartner für kleine und mittlere Unternehmen in Mitteldeutschland, in dessen Rahmen Dienstleistungs-, sowie Forschungs– und Entwicklungsaufträge initiiert und gezielt an die beteiligten Institutionen vermittelt werden. Das LTZ CBS entwickelt in enger Kooperation mit den in den Schwerpunkten S1 bis S4 aktiven Projektgruppen und den entsprechenden Industriepartnern ein zukunftsweisendes Portfolio an zu innovativen Produkten führenden F/E-Konzepten. Hierzu wurden jeweils zwei strategische Kernthemen und entsprechende Produktgruppen in den Schwerpunkten formuliert. Innerhalb von eigens inittierten Industriepartner-Workshops werden diese Kernthemen weiterentwickelt und konkrete Fragestellungen abgeleitet. Als Ergebnis dieser Workshops lassen sich zukunftsweisende Projektziele für die einzelnen Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft ableiten und Transferkonzepte entwickeln. In Projekten, die nach dem Vorbild der Sektorenkopplung branchenübergreifend aufgesetzt werden, sind es für die Fragestellungen außerhalb des Themenbereichs des LTZ CBS zumeist die Partner-Institutionen des House of Transfers, die entweder selbst als Partner aktiv eingebunden werden oder eine entsprechende Kontaktvermittlung an relevante Kompetenzträger übernehmen. So ist auch eine Vertragsforschung nach den Prinzipien der Sektorenkopplung über die LTZ CBS Grenzen hinaus sichergestellt.

Lizenzierungen:
Aus hochinnovativer Forschung und Entwicklung abgeleitete Patente und Lizenzierungen sind die Basis, um langfristige Technologieführerschaft zu sichern und wettbewerbsfähige Ausgründungen zu ermöglichen. Eine gemeinsame Lizenzierungs- und Patentierungsstrategie wird innerhalb des Leistungs- und Transferzentrums eingeführt und entlang der laufend aktualisierten Strategie entwickelt, um geistiges Eigentum vorausschauend zu schützen, technisch und kommerziell umzusetzen, was auf den Aufbau einer refinanzierenden, langfristigen Wertschöpfung in der Region hinaus zu laufen hat. In enger Zusammenarbeit der Fraunhofer Institute mit der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg konnten bereits

mehrere aussichtsreiche Patentanmeldungen erfolgen. Gerade projektbezogene und institutionenübergreifende Patentanmeldungen werden über das LTZ CBS realisiert.

Ausgründungen:
Auf Basis o.a. Lizenzen und Patente, sowie wissenschaftlich fundierter Marktforschung können bereits erste Ausgründungen aus dem LTZ CBS in Planung gebracht und umgesetzt werden. Die Technologieführerschaft basierend auf modernsten Innovationen bildet zusammen mit tragfähigen Finanzierungskonzepten die Grundlage, um eine eng an das LTZ CBS gebundene Strategie zur Förderung von Ausgründungen umsetzbar zu machen. Außerdem wird durch ein attraktives Arbeitsumfeld, eine hohe Reputation und gezielte Qualifikation sowie Weiterbildung das notwendige Personal gewonnen. Hierzu sind enge Kooperationen zwischen dem LTZ CBS und dem Gründerservice der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg sowie weiteren gründungsunterstützenden Einrichtungen, z.B. Univations elementarer Bestandteil. Aus der gemeinsamen Strategie abgeleitet ist es dem Leistungs- und Transferzentrum gelungen, eine gründerfreundliche Unternehmenskultur zu schaffen und somit Start-Ups einen möglichst barrierefreien Weg in den Markt zu ermöglichen.

Transfer in die (Zivil-)Gesellschaft:
Wissenschaftliche Erkenntnisse und institutionenübergreifende Forschungsarbeiten sollen der breiten Zivilgesellschaft Sachsen-Anhalts und Sachsens optimal adaptiert an die jeweiligen Ansprechebenen zugänglich gemacht werden und für eine allgemein erhöhte Akzeptanz und Aufklärung innerhalb der Wissenschaftslandschaft sorgen. Forschungsergebnisse sollen gegebenenfalls in referierten Spitzenjournals veröffentlicht werden, um die Sichtbarkeit und Förderwürdigkeit der laufenden F/E-Arbeiten zu gewährleisten und die Attraktivität für Anwender aus Industrie und Gesellschaft zu maximieren. Ergänzend hierzu sind öffentliche Veranstaltungen (Zukunftsdialog: Chemie und Bioökonomie; Konferenz „Technologieorientierter Strukturwandel"), die durch das LTZ CBS organisiert und gestaltet werden, ein zentrales Element zur Förderung des Transfers von Forschung in die (Zivil-)Gesellschaft. Hochkarätige Veranstaltungen mit abgestimmten und spannenden Vortragsreihen sowie Ausstellungsflächen haben sich als geeignetes Medium zur Gestaltung des Transfers etabliert. Gleichzeitig sind sie auf politischer Ebene angesehenes Medium, um die Themen der Leitmärkte und insbesondere des Strukturwandels prominent zu platzieren.

Köpfe & Karriere:
Im LTZ CBS werden an der gemeinsamen Strategie der Schwerpunkte orientiert Themen für Master – und Promotionsarbeiten entwickelt, die die Kooperation mit Industriepartnern gezielt verstärken und damit dem drohenden Fachkräftemangel entgegen wirken können. Konkret sind es gemeinsame Abschlussarbeiten, die aus der Kooperation zwischen der jeweiligen wissenschaftlichen Einrichtung und dem meist kleinen oder mittleren Unternehmen der Region initiiert werden. Überwiegend handelt es sich hierbei um Promotionen und Masterarbeiten, gelegentlich bereits aber auch schon um Bachelorarbeiten. Mit speziellen Angeboten werden Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen entwickelt, die dem Fachkräftemangel im Leitmarkt der Chemie und Bioökonomie in der Region entgegenwirken. Ergänzend hierzu befinden sich konkrete Bildungskonzepte mit direktem Bezug zur Gestaltung des Strukturwandels in Mitteldeutschland in Vorbereitung. Hierbei sind Verbände und Gewerkschaften als Ansprechpartner miteinbezogen.

Weiterbildung:
Hiermit ist der gegenseitige Austausch und das Voneinander-Lernen der Partner innerhalb des Leistungs- und Transferzentrums gemeint. Einen großen Anteil zur Umsetzung dieses Transferpfades leisten die Schwerpunkt-Workshops. Mit Kurzvorträgen und anschließender Diskussion sind sie ein geeignetes Format, um sowohl die Industriekunden über den neuesten Schritt in der Forschung zu unterrichten als auch umgekehrt die Forschung darüber zu unterrichten, was die aktuellen Bedarfe in der Industrie sind. Weitere Weiterbildungsmaßnahmen sind regelmäßig stattfindende Kolloquien, Vorlesungen und Vorträge, die im Rahmen einiger wissenschaftlicher Veranstaltungen gehalten werden. Auch wird es im Rahmen der o.g. Förderkonzepte zur Gestaltung des Strukturwandels einige Formate geben, die zu einer Weiterbildung der betroffenen Regionen und Industrien hin zu neuen Technologien und Arbeitsformen führen. Im Rahmen des gesamten Strukturwandels in Mitteldeutschland spielen die Menschen und Unternehmen die zentrale Rolle. Somit kann eine erfolgreiche Gestaltung des Strukturwandels nur mit nachhaltig aufgesetzten Weiterbildungskonzepten einhergehen.