



GTRS SCIENCE PLAN 2018 – 2022

Research Agenda des Forschungsverbundes
Green Tech Research Styria 2018 – 2022



GTRS Science Plan 2018-2020

Research Agenda des Forschungsverbundes Green Tech Research Styria

www.greentechresearch.at

Graz, Dezember 2018

Inhalt

GTRS Science Plan 2018-2022 – Zusammenfassung	1
Das Leitbild des Green Tech Research Styria-Forschungsverbundes	2
Ziele des Green Tech Research Styria-Forschungsverbundes	3
1 Einleitung und Prozess der Erstellung des Science Plans	6
1.1 Ziele des GTRS Science Plans 2018-2022	6
1.2 Prozess und beteiligte Institutionen	7
2 Status quo und Rahmenbedingungen der Green Technologies in der Steiermark	10
2.1 Die Forschungseinrichtungen des GTRS und ihre spezifischen Green Tech-Schwerpunkte	12
2.1.1 AEE INTEC	17
2.1.2 FH JOANNEUM	18
2.1.3 JOANNEUM RESEARCH	19
2.1.4 Karl-Franzens-Universität Graz	20
2.1.5 Montanuniversität Leoben	21
2.1.6 Technische Universität Graz	22
2.2 Die steirische Green Tech-Unternehmenslandschaft und Green Tech Cluster Styria GmbH	22
2.3 Bestehende Rahmenstrategien und -dokumente	23
3 Profilbildung des GTRS	31
4 Die Themenbausteine des GTRS Science Plans	32
4.1 Themenbaustein Energy Systems	35
4.1.1 Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf	35
4.1.2 Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark	36
4.2 Themenbaustein Resources & Materials	39
4.2.1 Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf	39
4.2.2 Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark	40
4.3 Themenbaustein Mobility	42
4.3.1 Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf	42
4.3.2 Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark	44
4.4 Themenbaustein Building & Spatial Systems	45
4.4.1 Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf	45
4.4.2 Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark	46

4.5	Themenbaustein Agriculture & Food	48
4.5.1	Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf	48
4.5.2	Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark	51
4.6	Themenbaustein Climate Change	52
4.6.1	Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf	52
4.6.2	Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark	53
4.7	Themenbaustein Digital	54
5	Vorschläge für standortrelevante Green Tech-Leitprojekte für die Steiermark	55
5.1	Leitprojekt A: Energietransition in der Steiermark	56
5.2	Leitprojekt B: Steirische Rohstoffe und Wertschöpfungsketten	57
5.3	Leitprojekt C: Mehr WISSEN	58
5.4	Leitprojekt D: Masterplan Mobilität Steiermark	59
5.5	Leitprojekt E: Steirische Landwirtschaft im Klimawandel	60
5.6	Leitprojekt F: Digitale Kreislaufwirtschaft	61
6	Unterstützende Rahmenbedingungen	62
6.1	Kriterien für eine erfolgreiche Umsetzung der Projektorientierung	62
6.2	Wichtige Stakeholder	64
7	Struktur und Organisation des Forschungsverbundes	65
8	Beteiligte Personen	66
8.1	Strategische Ebene	66
8.2	Expertinnen und Experten der operativen Ebene	68
9	Literaturverzeichnis	72
10	Abbildungsverzeichnis	73
11	Tabellenverzeichnis	74

GTRS Science Plan 2018-2022 – Zusammenfassung

Mit dem GTRS Science Plan hat der Forschungsverbund Green Tech Research Styria in Form einer Forschungsagenda seine strategische Grundlage für die Jahre 2018 bis 2022 geschaffen. Durch eine thematische Schwerpunktsetzung, die am aktuellen Forschungsbedarf im Bereich der Green Technologies ausgerichtet ist, werden Ressourcen und Kapazitäten gebündelt, um den aktuellen und zukünftigen Herausforderungen mit zukunftsfähigen Lösungen bestmöglich begegnen zu können und zur Stärkung der steirischen Forschungslandschaft – eingebettet in einen österreichischen, europäischen sowie globalen Kontext – beizutragen.

Grüne Technologien und ganzheitliche Lösungsansätze, die heute in der Steiermark auf hohem wissenschaftlichen Niveau entwickelt werden, tragen in der Zukunft nicht nur zur wissenschaftlichen Führungsrolle und zur Versorgungssicherheit der Region bei, sondern unterstützen auch die internationale Wettbewerbsfähigkeit, die Schaffung hochwertiger Arbeitsplätze sowie die Attraktivität des Wirtschaftsstandortes Steiermark. Dieser Entwicklungsprozess soll durch den Forschungsprozess nicht nur begleitet, sondern vielmehr als Katalysator beschleunigt werden.

Die Erarbeitung des Science Plans erfolgte im Rahmen eines umfassenden partizipativen Prozesses unter Beteiligung der steirischen Hochschulen, der außeruniversitären Forschungsinstitutionen, der Interessensvertretungen und Green Tech-Unternehmen sowie unter Einbezug der Öffentlichkeit. Ausgehend von einem Leitbild, Themenbausteinen und Forschungsschwerpunkten wurden gemeinsame Ziele definiert, die innerhalb der Umsetzungsphase des Science Plans erreicht werden sollen. Die sieben Themenbausteine, die in wechselseitigen Beziehungen zueinanderstehen, und die Forschungsschwerpunkte des GTRS bis 2022 sind: **Energy Systems, Resources & Materials, Mobility, Building & Spatial Systems, Agriculture & Food, Climate Change, Digital**. Diese interdisziplinären Themenstellungen verlangen ein enges Ineinandergreifen von technischen Wissenschaften, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften sowie Geistes- und Kulturwissenschaften.

Darüber hinaus wurden sechs übergeordnete Leitprojekte entwickelt. Die von den Expertinnen und Experten erarbeiteten Projektvorschläge greifen wichtige aktuelle Herausforderungen der Steiermark im Bereich der Green Technologies auf und sollen einen Beitrag zur Standortentwicklung und -stärkung liefern.

Letztlich setzt sich der Forschungsverbund, der zurzeit rund 1.800 Forscherinnen und Forscher im Bereich der Green Technologies in der Steiermark vereint, das Ziel, sein dynamisches Wachstum fortzusetzen und durch intelligente integrierte Lösungen zu einer gemeinsamen Realisierung und Demonstration eines Low-Carbon-Lifestyles beizutragen. Nur durch Koordination und Kooperation können Ressourcen effizient genutzt werden, und auch der Transformationsprozess kann nur auf diesem Wege beschleunigt werden.

Das Leitbild des Green Tech Research Styria-Forschungsverbundes

Wir, die Forschungseinrichtungen des Green Tech Research Styria, sind untereinander und international stark vernetzt und weltweit führend in fokussierten Forschungsfeldern.

Als Forschungs-Hotspot von internationaler Exzellenz sind wir Innovationsmotor. Als Profilageber generieren wir einen hohen Mehrwert für den Wirtschaftsstandort.

Unser Fokus liegt auf grünen Technologien in der steirischen Forschung und Entwicklung. In den Bereichen *Energy Systems, Resources & Materials, Mobility, Building & Spatial Systems, Agriculture & Food* und den übergeordneten Themen *Climate Change* und *Digital* werden internationale wissenschaftliche Spitzenleistungen erzielt.

Unsere interdisziplinäre Zusammenarbeit integriert stets die naturwissenschaftliche und technologieorientierte Forschungen, die Geistes- und Kulturwissenschaften sowie die Sozial- und Wirtschaftswissenschaften und stärkt damit den Wissenschaftsstandort.

Wir koordinieren unsere Ressourcen, Programme und Aktivitäten. Damit setzen wir gemeinsame exzellente interdisziplinäre Forschung, gemeinsame Bildungsangebote und die gemeinsame Nutzung von Infrastruktur um.

Ziele des Green Tech Research Styria-Forschungsverbundes

Zur Operationalisierung und Erfolgsmessung des Science Plans setzt sich der GTRS-Forschungsverbund folgende Ziele, die zur Erreichung des Leitbildes dienen. Diese wurden anhand von fünf unterschiedlichen Ziel-ebenen formuliert. Wie in Abbildung 1 dargestellt, wird zwischen Wirkungsebene, Entwicklungsebene, wissenschaftlicher Ebene, Projektebene und Kooperationsebene unterschieden.

Abbildung 1: Ziel-Ebenen des GTRS Science Plans



Quelle: Darstellung GTRS.

Wirkungsebene

- Auf übergeordneter Wirkungsebene setzt sich der Forschungsverbund mit seinen GTRS-Themenbausteinen das Ziel, einen positiven Beitrag zur Realisierung einer Low-Carbon-Society zu leisten. Dies erfolgt durch die Entwicklung neuer Lösungsansätze und effiziente Systemintegration. Bis 2025 soll auf diesem Wege **weltweite Aufmerksamkeit durch die prototypenhafte Demonstration eines Low-Carbon-Lifestyle**, welcher sich durch eine Pro-Kopf-Emission von weniger als 1 Tonne CO₂-Äquivalente auszeichnet, für die Steiermark und den GTRS-Forschungsverbund generiert werden.

Um die Wirkung der GTRS-Projekte beurteilen zu können, wird ein Kriterienkatalog bezüglich ihrer positiven Wirkung zur Erreichung eines Low-Carbon-Lifestyle entwickelt. Die Ergebnisse werden im Rahmen der Strategieguppe am Ende der Umsetzungsphase diskutiert. In weiterer Folge wird eine Demo- und Integrations-Roadmap zu einer möglichen weiteren Implementierungsfolge gezeichnet.

Entwicklungsebene

- Auf Entwicklungsebene setzt sich der GTRS das Ziel, das Wachstum der Vergangenheit fortzusetzen und die Anzahl der **GTRS-Forschenden von derzeit 1.800 bis zum Jahr 2022 auf 2.500** zu steigern. Diese sollen im Sinne eines virtuellen Forschungs-Hubs in der Steiermark miteinander vernetzt sein.

Wissenschaftliche Ebene

- Auf wissenschaftlicher Ebene setzt sich der Forschungsverbund die Durchführung von zumindest **10 gemeinsamen Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten** zum Ziel. Dies dient der Koordinierung von Ressourcen, Programmen und Aktivitäten. Im Plan enthalten ist die Durchführung einer gemeinsamen internationalen **Summer University** zu den GTRS-Themenbausteinen auf Post Doc- und PhD-Ebene.
- Der GTRS setzt sich als profilbildende Maßnahme und zur Erhöhung der internationalen Sichtbarkeit das Ziel, eine **GTRS-Wissenschaftskonferenz** zu konzipieren. Die Konferenz soll auf die Themenbausteine und Forschungsschwerpunkte des GTRS ausgerichtet sein, dabei jedoch durch enge Abstimmung **mit bestehenden etablierten Formaten** (z. B. Recy & DepoTech, ISEC, Biomassekonferenz) einen Mehrwert für den Forschungsstandort bieten und bestehendes Synergiepotenzial heben. Zur optimalen Einpassung in die bestehende Konferenzlandschaft kann die Konferenz in Form eines eigenständigen Formats oder auch in Kooperation mit bestehenden Formaten konzipiert werden. Eine Konzeptentwicklung ist für 2019 vorgesehen.
- Zur Anerkennung von wissenschaftlichen Leistungen in den Themenfeldern des GTRS soll zusätzlich ein **Wissenschaftspreis** (bspw. Best-Paper-Award, Best-Project-Award) ausgelobt werden. Dies kann als Teil der GTRS-Wissenschaftskonferenz, des bestehenden Wissenschaftspreises des Landes Steiermark oder auch mit thematischem Bezug zu den GTRS-Leitprojekten erfolgen.
- Als ergänzende Maßnahme zur Steigerung der internationalen Wahrnehmung des GTRS wird ein **gemeinsamer Research Gate-Auftritt** eingerichtet.

Projektebene

- Auf Projektebene strebt der Forschungsverbund die Umsetzung von zumindest **2 entwickelten Leitprojekten** des Science Plans **innerhalb der Umsetzungsphase an**. In den Leitprojekten werden wichtige gegenwärtige und zukünftige Herausforderungen der Steiermark adressiert. Aufgrund des ausgeprägten interdisziplinären Charakters der Leitprojekte ist eine breite Einbindung der GTRS-Mitglieder und eine enge Abstimmung mit dem Strategieteam des GTRS erforderlich.
- Darüber hinaus sollen **10 gemeinsame F&E-Projekte** zu den Themenbausteinen des Science Plans initiiert und unter Beteiligung von **zumindest 3 GTRS-Mitgliedern** umgesetzt werden. Die Ergebnisse der gemeinsamen F&E-Projekte sollen auf die Wirkungsebene des GTRS zurückgespielt werden, indem definierte Kriterien bezüglich ihres positiven Beitrags zur Erreichung eines Low-Carbon-Lifestyle mitbetrachtet werden. Dementsprechende GTRS-Projektkriterien werden zu Beginn der Umsetzungsphase durch das Strategieteam des GTRS definiert.

Kooperationsebene

- In der zweiten Phase des GTRS setzt sich dieser in Ergänzung zur inneren Abstimmung das Ziel, im Rahmen von Veranstaltungen und Abstimmungstreffen des GTRS **Bundesinstitutionen aktiv einzubeziehen**. Dadurch soll eine engere Abstimmung auf Österreich-Ebene erreicht werden.
- Zusätzlich strebt der GTRS die **aktive Vernetzung mit einer zweiten führenden Green-Tech-Region im Bereich Research & Science** an. Dadurch soll einerseits ein gemeinsamer Erfahrungsaustausch realisiert werden. Andererseits sollen auf diesem Wege neue internationale Kooperationen aufgebaut werden.

Die Zielerreichung wird im Rahmen der Umsetzungsphase durch das Strategieteam laufend bewertet und zum Ende der Umsetzungsphase umfassend evaluiert.

1 Einleitung und Prozess der Erstellung des Science Plans

Die Steiermark rückt zusammen und so auch die steirische Forschung. Dieser Gedanke liegt dem Forschungsverbund Green Tech Research Styria – GTRS zugrunde. Die Partner des Forschungsverbundes – AEE INTEC, FH JOANNEUM, JOANNEUM RESEARCH, Karl-Franzens-Universität Graz, Montanuniversität Leoben, Technische Universität Graz, Green Tech Cluster Styria GmbH, Industriellenvereinigung Steiermark und Wirtschaftskammer Steiermark – bündeln ihre Kompetenzen im Forschungsbereich grüne Technologien. Koordinierte F&E-Aktivitäten, gemeinsam initiierte Projekte, aber auch Bildungsangebote positionieren diese ausgeprägte thematische steirische Stärke in Forschung und Entwicklung auf internationaler Ebene noch deutlicher.

Im Gründungsjahr 2012 des Forschungsverbundes Green Tech Research Styria - GTRS wurde mit dem Strategiedokument „Leuchtturm Smarte Lebenswelten“ ein erster Rahmen für die Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedern für fünf Jahre konzipiert. Intelligente Gebäude, grüne Mobilität, dezentrale Energie- und Stromversorgung, Materialien/Recycling/Ressourcen sowie Klimawandel & Services waren die Bausteine, die die Partner als wichtiges Fundament einer starken steirischen Forschung forcierten und weiterentwickelten, wobei die technologieorientierten Forschungen von den Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften umsetzungsorientiert unterstützt wurden.

Mit der Erstellung des Science Plans wurde die Weichenstellung für die Phase 2 des GTRS für die Jahre 2018-2022 in Angriff genommen. Die thematische Schwerpunktsetzung des Forschungsverbunds wird gemeinsam am Forschungsbedarf im Bereich der Green Technologies ausgerichtet, um den aktuellen und zukünftigen Herausforderungen mit zukunftsfähigen Lösungen bestmöglich begegnen zu können und der Stärkung der steirischen Forschungslandschaft in diesem Bereich zu dienen.

1.1 Ziele des GTRS Science Plans 2018-2022

Ziel des GTRS Science Plans 2018-2022 ist es, in Form einer „Research Agenda“ eine Basis für eine gemeinsame strategische Abstimmung der Green Tech-Forschungsgemeinschaft in der Steiermark zu bieten und gleichzeitig aufzuzeigen, in welche Richtung sich „grüne“ Forschungsthemen in der nahen Zukunft entwickeln werden und welche Strategien für die Steiermark verfolgt werden sollen. Das Strategiedokument wurde zur Bündelung von Ressourcen und Kapazitäten entlang definierter Schwerpunkte entwickelt.

Mit dem Science Plan strebt der Forschungsverbund GTRS an, sich in Ergänzung zum Unternehmensnetzwerk Green Tech Cluster als eine zentrale steirische Innovationsplattform für das Green Tech Valley, d. h. für die steirische Energie- und Umwelttechnikszene, zu positionieren. Grüne Technologien und ganzheitliche Lösungsansätze, die heute in der Steiermark auf hohem wissenschaftlichen Niveau entwickelt werden, tragen in der Zukunft nicht nur zur wissenschaftlichen Führungsrolle sowie zur Versorgungssicherheit der Region bei, sondern fördern auch die internationale Wettbewerbsfähigkeit, die Schaffung hochwertiger Arbeitsplätze sowie die Attraktivität des Wirtschaftsstandortes Steiermark.

Dieser Entwicklungsprozess soll durch den Forschungsprozess nicht nur begleitet, sondern durch diesen als Katalysator auch beschleunigt werden, indem u. a. neue Kommunikationsräume zwischen Wirtschaft und

Wissenschaft geschaffen werden. Zudem soll durch den Science Plan die Projektorientierung des GTRS gestärkt werden. Dabei wird neben einem engen Konnex zu den Energie-Vorzeigeregionen, in der bereits ein beachtlicher Umfang an Ideen und Netzwerkpotenzial gebündelt ist und Innovationslabore zu Fragen der Energiewende eingerichtet werden, der GTRS als Ansprechpartner für weiterführende Forschungstätigkeiten und die übergreifende Projektabstimmung etabliert. Darüber hinaus war die Konzeption von standortrelevanten interdisziplinären Forschungsprojekten ein Bestandteil des Strategieprozesses – siehe dazu Kapitel 5 zu Vorschlägen für standortrelevante Green Tech-Leitprojekte.

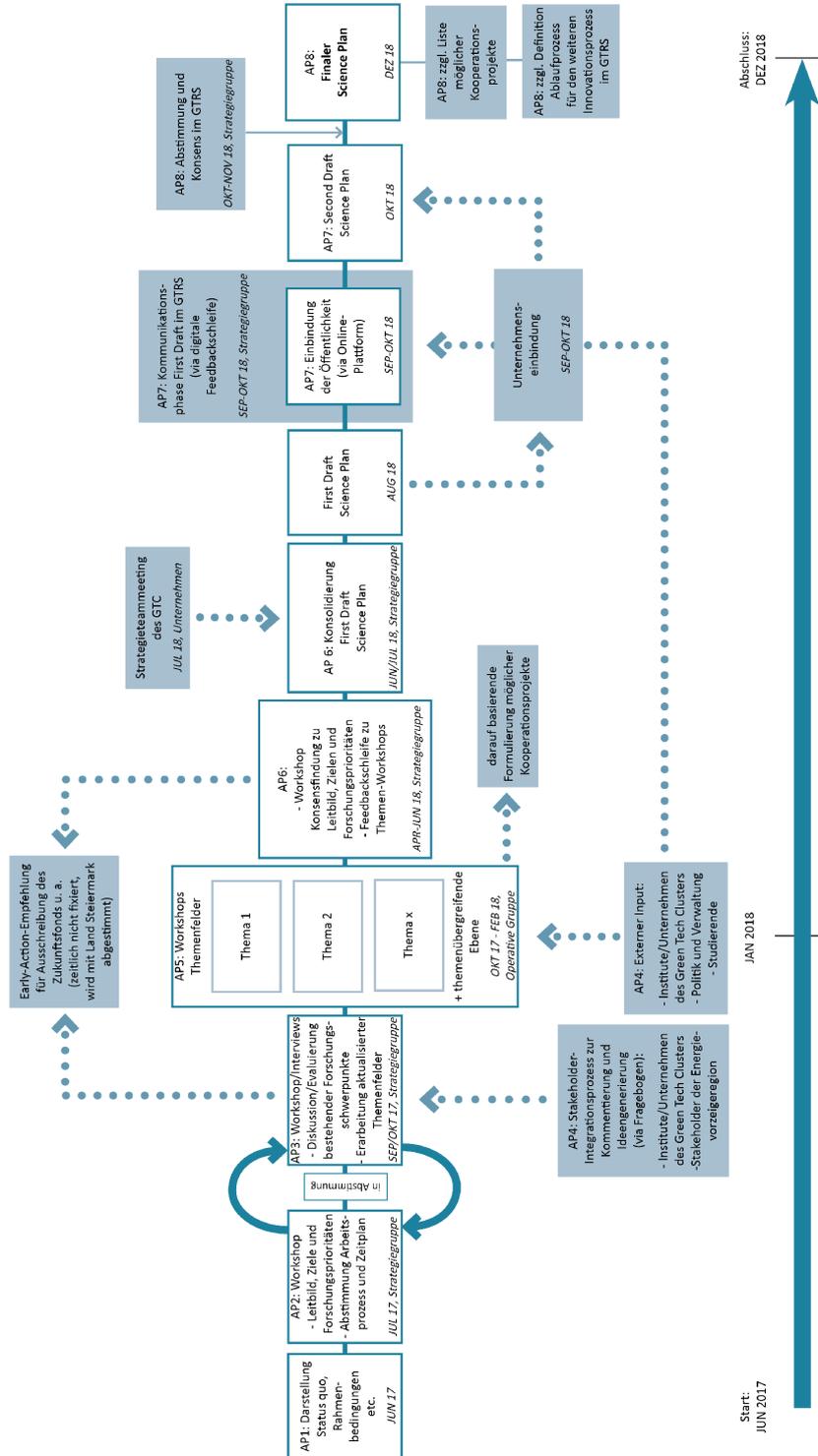
1.2 Prozess und beteiligte Institutionen

Die Entwicklung des Science Plans gestaltete sich als ein moderierter offener Prozess mit Strategie-Workshops und Themenfeld-Workshops für die Mitglieder des GTRS und die steirische Politik, unter Einbeziehung der Institute/Unternehmen des Green Tech Clusters und der interessierten Bevölkerung. Für ein innovatives Konzept ist es von besonderer Bedeutung, die Grenzen der einzelnen Institutionen und Unternehmen zu überwinden und eine offene Kommunikations- und Interaktionskultur zu ermöglichen. Daher wurde im Rahmen eines Open Innovation-Ansatzes eine breite Einbindung von Zielgruppen angestrebt und die Abholung von Ideen und Inputs durch innovative Moderationen und Workshop-Konzepte erreicht. Durch gemeinsames Arbeiten in interdisziplinären und unternehmensübergreifend besetzten Workshops konnten Nahtstellen aufgezeigt und weiterentwickelt werden.

Die Inhalte des GTRS Science Plans wurden nach dem Bottom-up-Prinzip entwickelt. Zu diesem Zweck wurden Expertinnen und Experten der operativen Ebene, die von den einzelnen Institutionen nominiert worden waren, eingeladen, ihre aktuellen und zukünftigen Forschungsschwerpunkte sowie ihre fachliche Expertise in den Prozess einzubringen. Eine Strategieguppe bildete parallel dazu das wesentliche Abstimmungsgremium.

Abbildung 2: Schematische Darstellung des Projektablaufs zur Erstellung des Science Plans 2018-2022

Schematische Darstellung des Projektablaufs zur Erstellung eines Science Plans 2018-2022 für den Green Tech Research Styria



Quelle: Darstellung GTRS.

Die folgenden Institutionen waren als Mitglieder der Strategiegruppe am Prozess beteiligt:

Die Forschungspartner des GTRS:

- AEE INTEC
- FH JOANNEUM
- JOANNEUM RESEARCH
- Karl-Franzens-Universität Graz
- Montanuniversität Leoben
- Technische Universität Graz

Die Unternehmenspartner des GTRS:

- Green Tech Cluster Styria GmbH
- Industriellenvereinigung Steiermark
- Wirtschaftskammer Steiermark
- ACstyria Mobilitätscluster GmbH

Die öffentliche Hand als Partner des GTRS:

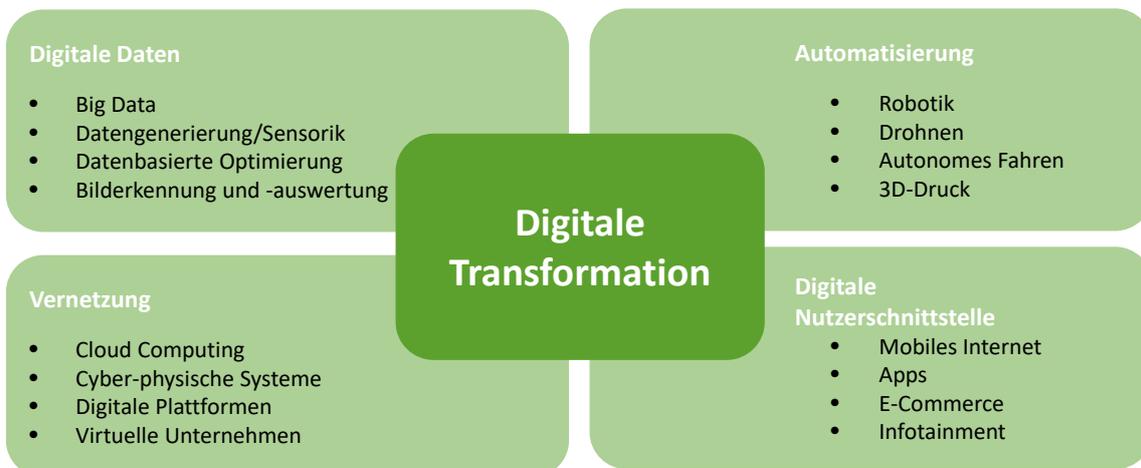
- Amt der Steiermärkischen Landesregierung
 - Abteilung 8 – Gesundheit, Pflege und Wissenschaft
 - Abteilung 12 – Wirtschaft, Tourismus, Sport
 - Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik
- Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft – SFG

2 Status quo und Rahmenbedingungen der Green Technologies in der Steiermark

Europaweit und auch in den meisten nicht-europäischen Industrienationen ist ein steigender Trend hin zur Entwicklung und Anwendung von Green Technologies zu beobachten. Das umfassende Feld der Green Technologies bietet zahlreiche Chancen und vielversprechende Perspektiven. Zudem spielen sie eine Schlüsselrolle bei der Transformation zur Green Economy, die auch ein wesentliches Ziel der Europäischen Union darstellt. Begleitet wird diese Entwicklung von einer steigenden Nachfrage nach „grünen“ Produkten und Dienstleistungen durch die Verbraucherinnen und Verbraucher.

In der Green Tech-Branche herrscht schnelles Wachstum und eine hohe Gründungsrate. Die Bereiche Energieeffizienz, nachhaltige Wasserwirtschaft, umweltfreundliche Energieerzeugung/-speicherung/-verteilung, nachhaltige Mobilität, Kreislaufwirtschaft sowie Rohstoff-/Materialeffizienz werden als globale „Leitmärkte“ definiert (Roland Berger, 2014). Auf Bedarfsseite besteht vor allem die Nachfrage nach Systemlösungen, was mit der zunehmenden Digitalisierung der Green Technologies einhergeht (Big Data, Data Science, Industrie 4.0 etc., siehe dazu auch Abbildung 3). Diese Entwicklungen liefern einen guten Nährboden für die Realisierung neuer Chancen und Potenziale für grüne Forschung, Innovation und Entwicklung.

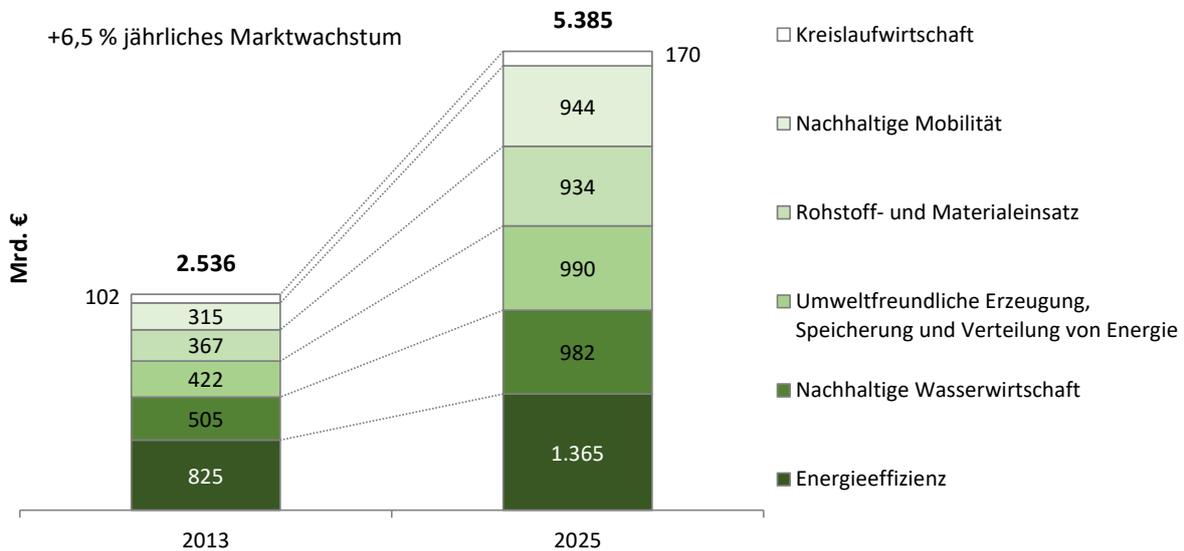
Abbildung 3: Digitalisierung der Green Technologies



Quelle: Nach Roland Berger (2016).

Das Wachstum des globalen Marktvolumens für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz wird bis 2025 auf durchschnittlich +6,5 % pro Jahr geschätzt (Basis: 2013; vgl. Abbildung 4). Für 2025 bedeutet das ein Marktvolumen von 5.385 Mrd. €. Der höchste Anteil wird dabei für den Bereich „Energieeffizienz“ prognostiziert (1.365 Mrd. €), gefolgt von den Bereichen „Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie“ (990 Mrd. €) und „Nachhaltige Wasserwirtschaft“ (982 Mrd. €) (Roland Berger 2014).

Abbildung 4: Wachstum des globalen Marktvolumens für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz (Werte in Mrd. Euro)



Quelle: Nach Roland Berger (2014).

In Österreich weist die Umwelttechnikwirtschaft ein überdurchschnittliches Wirtschaftswachstum auf, das zudem äußerst exportintensiv geprägt ist. 2015 verzeichnete die Branche, die knapp 2.500 Industrie- und Dienstleistungsunternehmen umfasst und rd. 41.400 Arbeitsplätze zählt, einen Umsatz von rd. 12,3 Mrd. €. Seit 1993 stieg die Anzahl der Arbeitsplätze in der produzierenden Umwelttechnikindustrie auf das Dreifache und der Umsatz auf das 6,5-fache. Die Exportquote der Umwelttechnikindustrie liegt bei rd. 72% (BMVIT 2017, Datenstand 2015).

Die Steiermark weist neben den steirischen Universitäten und Forschungszentren auch eine große Anzahl an forschungsorientierten steirischen Unternehmen mit Fokus auf Green Technologies auf. Die hohe Konzentration an Forschung und Entwicklung, die das Bundesland zu einer fruchtbaren Region auch für grüne Innovationen macht, schlägt sich in der österreichweit höchsten F&E-Quote nieder (4,9 % im Jahr 2017), womit die Steiermark auch europaweit im Spitzenfeld liegt. Die Umwelttechnikwirtschaft in der Steiermark zählte, basierend auf Zahlen der Betriebe des Green Tech Clusters, im Jahr 2017 rd. 21.600 Beschäftigte und verzeichnete einen Umsatz von knapp 4,8 Mrd. €. Die Branche weist einen stabilen Umsatz auf, wobei F&E-intensive Unternehmen überdurchschnittlich erfolgreich sind (+ 6,8%) (Green Tech Cluster, Datenstand 2017).

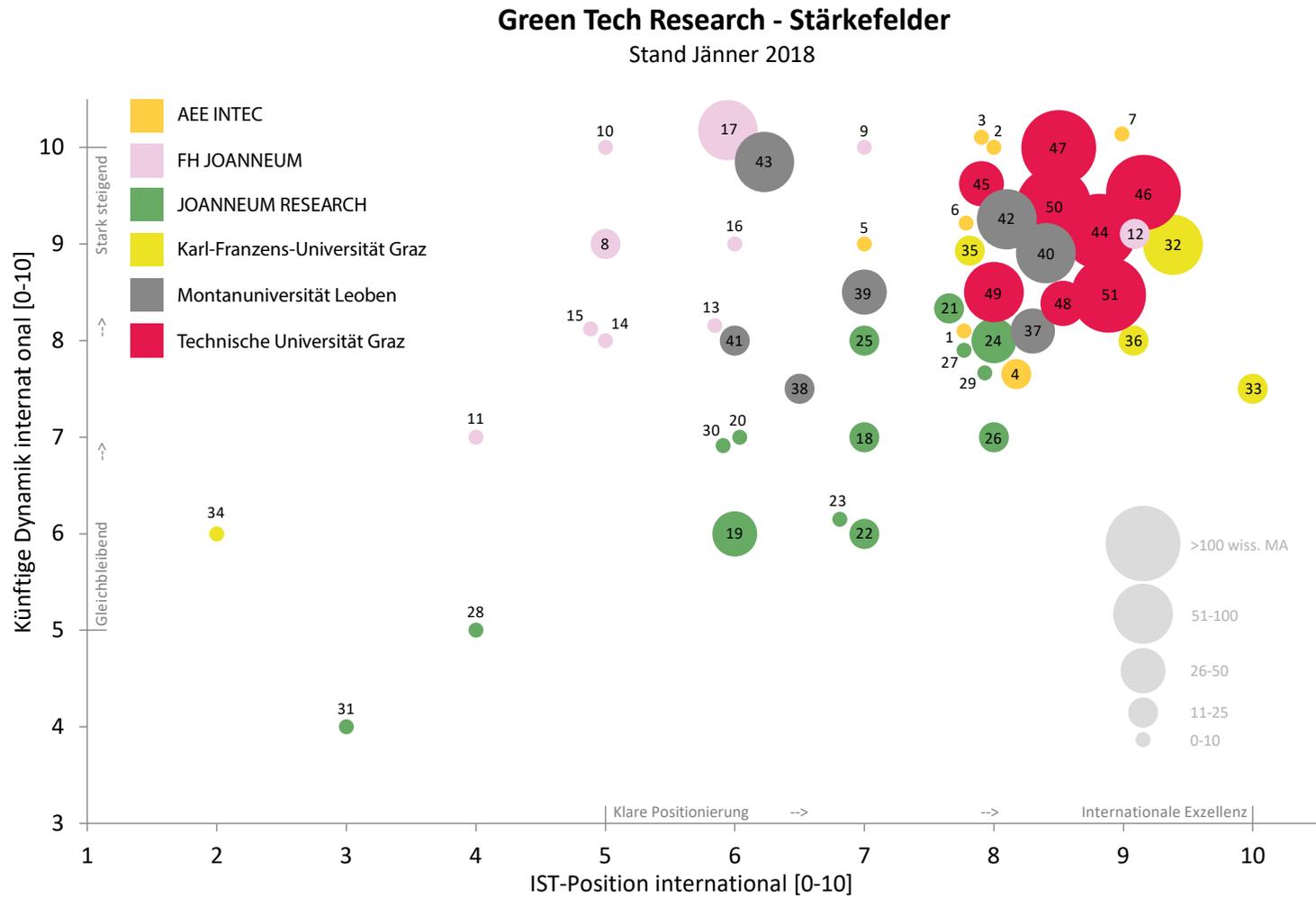
Die Kernkompetenzen der Steiermark liegen der „Steirischen Forschungsstrategie“ zufolge in den ingenieurs- und technikbezogenen Disziplinen. In diesen Feldern besteht eine überdurchschnittliche Dichte an Unternehmen und Forschungsbereichen. Die vorhandene Kooperationskultur in der Steiermark, die auch durch die Zusammenarbeit im Forschungsverbund Green Tech Research Styria betrieben wird, ist als Stärke und Chance zugleich zu sehen. So besteht eine Vielzahl von informellen und institutionalisierten Kooperationen, wie z. B. die steirische Hochschulkonferenz, und eine hohe Dichte an COMET-Kompetenzzentren etc. Der Unternehmensanteil an den steirischen Forschungsausgaben beträgt 75 % (F&E-Erhebung 2013).

Grüne Technologieinnovationen, die weit über die Grenzen der Steiermark hinaus exportiert werden, führen bereits heute zu einem starken regionalen Wachstum. Die langfristige Unterstützung und Forcierung durch die Politik wurde auch als Zielsetzung in der „Steirischen Wirtschaftsstrategie 2025“ festgeschrieben, in der als Hauptschwerpunkte die Fokussierung auf nachhaltige Märkte (Umwelt, Mobilität), technologische Innovationen, die Schaffung von Leuchtturmprojekten und die Nutzung von regionalen Potenzialen genannt werden. Die gegebenen Kompetenzen – gepaart mit der starken Kooperationskultur – und die bewusste Integration von Nutzerinnen und Nutzern ermöglichen eine optimale Vernetzung von innovativen Technologien und Anwendungen.

2.1 Die Forschungseinrichtungen des GTRS und ihre spezifischen Green Tech-Schwerpunkte

Die Darstellung der Stärkefelder mit den zugehörigen charakterisierenden Indikatoren dient der Einordnung der GTRS-Forschungspartner in Relation zueinander sowie im internationalen Kontext dynamischer Entwicklungen dieses Sektors. Die Selbsteinschätzung der Forschungseinrichtungen des GTRS hinsichtlich ihrer internationalen Positionierung und Dynamik in Bezug auf grüne Technologien zeigt eine deutliche Clusterung sowohl der Universitäten (starke internationale Ist-Position und hohe Dynamik auf Basis hoher Grundlagenorientierung) als auch der angewandten Forschungseinrichtungen (v. a. im mittleren Bereich, hohe Marktnähe und Umsetzungsorientierung).

Abbildung 5: Die Green Tech Research Stärkefelder, Stand Jänner 2018



Quelle: Darstellung GTRS. Anmerkung: IST-Position international [0 ... regionales Angebot, 5 ... klare Positionierung mit gewissen Stärken, 10 ... internationale Exzellenz samt klarer Alleinstellung], künftige Dynamik international [0 ... stark sinkend, 5 ... gleichbleibend, 10 ... massiv steigend]

Tabelle 1: Ist-Stärkefelder der GTRS-Forschungspartner

Institution	IST-Stärkefeld	internationale IST-Position*	IST-Stand F&E-Personal	internationale DYNAMIK in den nächsten Jahren*	
AEE	1	Energieeffizienz und erneuerbare Energie für die Industrie inkl. Finanzierungsbewertung	8	0-10	8
	2	Energie-Flexibilität in Gebäuden	8	0-10	10
	3	Energiesystemanalysen sowie netzgebundene Energieversorgung von Siedlungen, Stadtteilen und Städten	8	0-10	10
	4	Energiesystemanalysen sowie netzgebundene Energieversorgung von Siedlungen, Stadtteilen und Städten – inkl. räumlicher Energieplanung	8	11-25	8
	5	Multifunktionale Gebäudehüllen und Systeme	7	0-10	9
	6	Prozessintensivierung im industriellen Wassermanagement und Ressourcenrückgewinnung	8	0-10	9
	7	Thermische Energiespeicher	9	0-10	10
FHJ	8	Green IT, Big Data & Business Analytics	5	11-25	9
	9	Energieversorgung zukünftiger High-Tech-Technologien	7	0-10	10
	10	Intelligente Mobilitätssysteme	5	0-10	10
	11	Lebensmittel -, Produkt- und Prozessentwicklung	4	0-10	7
	12	Leistungselektronik / hocheffiziente Umformung elektrischer Energie für die Einsatzgebiete: erneuerbare Energie, Energiespeicher, Ladesysteme, Hybrid- und Elektrofahrzeuge, Testsysteme	9	11-25	9
	13	Nachhaltige Lebensmittelsysteme	6	0-10	8
	14	Nachhaltige Revitalisierung von Bestandsgebäuden	5	0-10	8
	15	Optimierung von Gebäuden im Lebenszyklus (Errichtung – Betrieb – Rückbau)	5	0-10	8
	16	Ressourcenschonung im Städtebau	6	0-10	9
	17	Service Engineering	6	0-10	10
JR	18	Chemo-Biosensoren und Mikrofluidik	7	11-25	7
	19	Connected Computing, IoT	6	26-50	6
	20	Cyber Security and Defence, Smart Grid Security	6	0-10	7
	21	Green Electronics – Flexible organische Elektronik	8	11-25	8
	22	Green Photonics and Photovoltaic	7	11-25	6
	23	Internationale Klimapolitik und -ökonomie	7	0-10	6
	24	Materials	8	26-50	8

	25	Nachhaltige Energiesysteme und Lebensstile	7	11-25	8
	26	Piezoelectric Energy Harvesting	8	11-25	7
	27	Surface structures for low friction air, gas and liquid flow	8	0-10	8
	28	Technologie- und forschungspolitische Analysen im Bereich Umwelttechnologien	4	0-10	5
	29	Urban Living Lab	8	0-10	8
	30	Wetter- und Klimarisikomanagement	6	0-10	7
	31	Wirtschaftliche Relevanz von Umweltgütern und -technologien	3	0-10	4
KFU	32	Climate Change and Sustainable Transformation: transition towards a low-carbon and climate-robust economy and society	9	51-100	9
	33	Enzymatische/biokatalytische Umsetzungen	10	11-25	7,5
	34	Geothermie: Energienutzung und -speicherung	2	0-10	6
	35	Transformation des Energiesystems (sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Perspektive)	8	11-25	9
	36	Wasserressourcen und Klimawandelanpassung	9	11-25	8
MUL	37	Biorohstoffeinsatz in der Verfahrenstechnik-Produktion	8,3	26-50	8,1
	38	Dekarbonisierung der Industrie	6,5	11-25	7,5
	39	Energiesystemtechnik	7	26-50	8,5
	40	High-Tech-Werkstoffe	8,4	51-100	8,8
	41	Kreislaufwirtschaft	6	11-25	8
	42	Nachhaltige Rohstoffversorgung	8,1	51-100	9,1
	43	Power-to-X	6,1	51-100	9,9
TUG	44	Advanced Materials Science	8,5	>100	9
	45	Digitales und automatisiertes Bauen	8	26-50	9,5
	46	Information, Communication & Computing	9	>100	9,5
	47	Mobility & Production	8,5	>100	9,5
	48	Nachhaltiges Bauen	8,5	26-50	8,5
	49	Smart Cities and Regions	8	51-100	8,5
	50	Sustainable Systems	8,5	>100	9
	51	Zukunftsfähige Energiesysteme	8,5	>100	8,5

Quelle: Darstellung GTRS; * quantitativ, Einschätzung zwischen 0 und 10: IST-Position international [0 ... regionales Angebot, 5 ... klare Positionierung mit gewissen Stärken, 10 ... internationale Exzellenz samt klarer Alleinstellung], künftige Dynamik international [0 ... stark sinkend, 5 ... gleichbleibend, 10 ... massiv steigend]

Die Forschung, Innovation und Entwicklung im Bereich Green Technologies zeigt ein deutliches Wachstum. Bemerkenswert ist die Steigerung der Anzahl an Green Tech-Forscherinnen und -Forschern in der Steiermark von 1.200 im Jahr 2013 auf 1.800 im Jahr 2018.

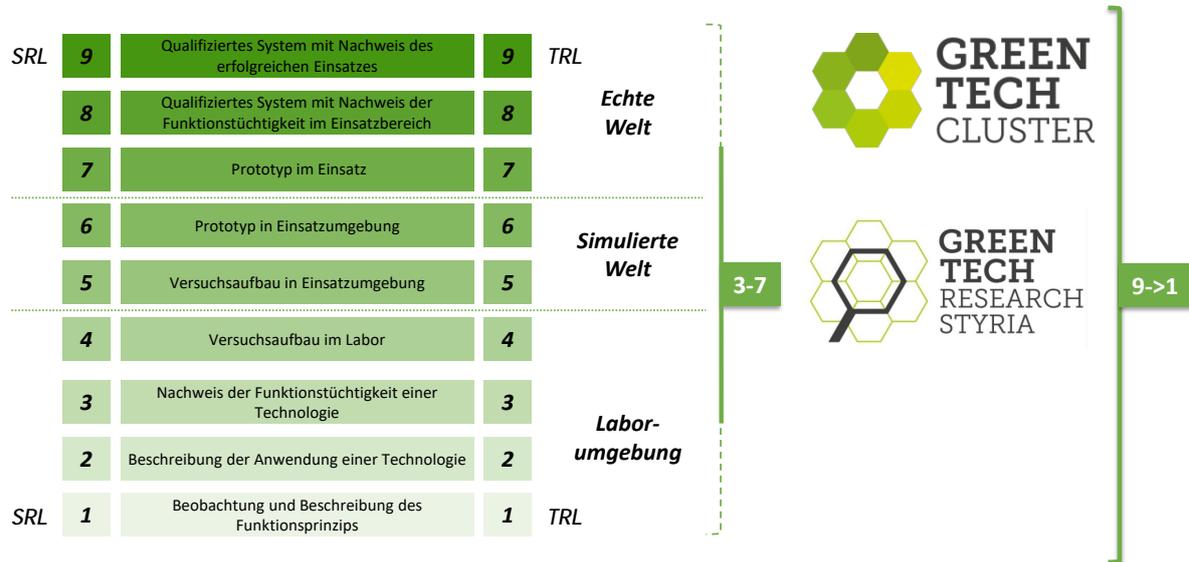
Abbildung 5 dient insofern als Wegweiser, als man den Handlungsbedarf für zukünftige Entwicklungen an der Frage ausrichten sollte, wie das exzellente Know-how der GTRS-Partner (rechter Bereich der Grafik) in den Bereich der Anwendung/Umsetzung gebracht werden kann. Welche konkreten Kooperationselemente braucht es dafür? Wie stärkt man zudem den mittleren Bereich, um den Exzellenz-Level auszubauen?

Das Tätigkeitsfeld der Forschungspartner des GTRS liegt hauptsächlich im Bereich eines Technology Readiness Levels zwischen TRL 3 und TRL 7, wobei auch höhere und niedrigere TRL-Stufen durch den Forschungsverbund abgedeckt werden. In den höher gelagerten TRL-Stufen bearbeiten zudem die forschungsorientierten Unternehmen des Green Tech Clusters Fragestellungen, entwickeln Produkte und setzen Projekte um (vgl. dazu Abbildung 6). Das bedeutet einen primären Fokus des GTRS auf den Bereich zwischen Komponententwicklung unter Laborbedingungen und Demonstrationen prototypischer Systeme im operativen Umfeld. Zu erwähnen ist jedoch, dass innerhalb jedes Themas je nach Forschungsfrage unterschiedliche Entwicklungsstufen und damit unterschiedliche Technology Readiness Levels beforscht werden.

Zudem herrscht innerhalb des GTRS Konsens darüber, dass die Forschung auch bei marktreifen Produkten und Technologien ansetzen sollte, um neue Fragestellungen aus der Praxis wieder auf die Basis-Forschungsebene zurückzuholen, was eine TRL-Spanne von TRL 9 hin zu TRL 1 bedeutet. Hier kann bspw. bei den Unternehmen des Green Tech Clusters oder themenspezifisch bei Projektpartnern der Forschungseinrichtungen (z. B. in der Landwirtschaft) diesbezüglicher Input abgeholt werden.

Eine wesentliche ergänzende Dimension dieser Betrachtung stellt der parallel mitzudenkende Societal Readiness Level dar. Der Societal Readiness Level (SRL) misst das Ausmaß gesellschaftlicher Adaption, u. a. auch von Technologien, innovativen Prozessen oder technischen Innovationen, die in die Gesellschaft integriert werden sollen.

Abbildung 6: Verortung des GTRS im Rahmen des Technology Readiness Levels (TRL) und Societal Readiness Levels (SRL)



Quelle: Darstellung GTRS.

Im Nachfolgenden werden in einem Überblick die wesentlichen Schwerpunkte und Kompetenzen der Forschungspartner des GTRS im Bereich der grünen Technologien beschrieben.

2.1.1 AEE INTEC

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC) ist eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung und eines der führenden Institute im Bereich angewandter Forschung zu den thematischen Schwerpunkten thermische Energietechnologien und hybride Systeme, Bauen und Sanieren sowie industrielle Prozesse und Energiesysteme. In diesen Bereichen spannt sich der Bogen von der Prototypenentwicklung bis hin zur Ausführung von Demonstrationsanlagen.

Ein spezieller Fokus liegt auf der ganzheitlichen Betrachtung und Analyse von hybriden Versorgungsinfrastrukturen unter besonderer Berücksichtigung kurz-, mittel- und langfristiger energiesystemischer Fragestellungen und Herausforderungen (z. B. Integration erneuerbarer Energieträger in netzgebundene Energiekonzepte, Entwicklung innovativer thermischer Energiespeicher mit hohen Energiedichten, intelligente Regelungskonzepte sowohl auf Komponenten- als auch auf Systemebene etc.).

AEE INTEC verfügt über große Erfahrung im Bereich der Modellierung, Bewertung und Optimierung von industriellen Prozessen und Systemen und deren Umsetzung. Ein Schwerpunkt liegt auf der Prozessmodellierung als Grundlage für die Entwicklung von Optimierungsalgorithmen für Energieversorgungssysteme, der Abwärmenutzung und der optimierten Implementierung erneuerbarer Energiequellen auf Basis von Ansätzen wie dem des Pinch-Algorithmus.

Ein weiteres Forschungsfeld umfasst die ganzheitliche Betrachtung und Analyse von Versorgungsinfrastrukturen auf Gebäude-, Stadtquartier-, Stadt- und Gemeindeebene.

2.1.2 FH JOANNEUM

Die Fachhochschule FH JOANNEUM Gesellschaft mbH bietet insgesamt 47 berufsfeldorientierte Studiengänge in den sechs Fachbereichen „Angewandte Informatik“, „Bauen, Energie und Gesellschaft“, „Engineering“, „Gesundheitsstudien“, „Management“ und „Medien & Design“ an den drei Standorten Graz, Kapfenberg und Bad Gleichenberg an. Fünf der sechs Departments der FH JOANNEUM arbeiten im engeren oder weiteren Sinne im Bereich der Green Technologies oder an deren Anwendung. Ein großes Thema stellt dabei der Bereich „Digitalisation and Transformation of Industries“ dar.

Das Department für Angewandte Informatik stellt smarte Technologien wie Cloud-Computing, Smart Production oder Virtual and Augmented Reality in den Lehr- und Forschungsfokus. Ergänzt werden diese fachlichen Schwerpunkte um wirtschaftliche sowie gesellschaftliche Aspekte. Kürzlich wurde an diesem Department ein neuer Innovationslehrgang zum Thema „Green Big Data“ gemeinsam mit der TU Graz, der Montanuniversität Leoben sowie Unternehmenspartnern aufgebaut. Darüber hinaus wird der Themenschwerpunkt Big-Data und AI durch ein FFG-gefördertes Strukturaufbauprojekt sowie neue Studienangebote (z. B. Data and Information Science Master) in Kooperation mit Partneereinrichtungen stark ausgebaut.

Heterogene Themengebiete wie nachhaltige Energiesysteme, Ressourcenschonung im Städtebau, intelligente Mobilitätssysteme, Revitalisierung und Lebenszyklusoptimierung von Gebäuden sowie sozial verträgliche Entwicklung werden im Department für Bauen, Energie & Gesellschaft synergistisch erforscht. „Ökotoxia“ ist ein daraus hervorgegangenes interdisziplinäres Vorzeigeprojekt, welches viele dieser Aspekte im Hinblick auf eine Smart City der Zukunft untersucht.

Damit die Transformation in eine nachhaltige Post-Carbon-Gesellschaft gelingt, muss eine alternative Energie- und Nahrungsmittelbereitstellung gewährleistet sein. Das Department für Engineering behandelt mit Blick auf diese Erfordernisse die Themenbereiche energieeffiziente Elektronik und Energieversorgung von High-Tech-Technologien, Leistungselektronik (hocheffiziente Stromwandler, E-Motoren und Netzsimulatoren), Produkt- und Prozessentwicklung im Lebensmittelbereich sowie den Forschungsschwerpunkt Sustainable Protein. Weitere Herausforderungen für die Ingenieure von heute und morgen sind die Bereiche automatisiertes Fahren und unbemannte Luftfahrt, welche sich ebenfalls im Lehrplan und in Forschungsprojekten widerspiegeln.

Mit dem Smart Production Lab hat das Department für Management eine der größten Lehr- und Forschungsfabriken Österreichs für den Themenbereich Industrie 4.0 errichtet. Die frei zugängliche Einrichtung befasst sich mit der digitalen Vernetzung von Maschinen, Systemen und Menschen und ist eine Art Spielwiese für I 4.0-Bereiche wie Internet of Things, Additive Manufacturing oder IT-Security.

Das Department für Medien und Design ist ein Hotspot für Themen wie Content Strategy, Web Literacy und urbanes Design. Das Master-Studium „Content-Strategie / Content Strategy“ des Departments ist die erste akademische Ausbildung dieser Art in Europa und gewährleistet eine Qualifikation, die perfekt auf die gestiegenen Anforderungen des Webs zugeschnitten ist. Angebote im Bereich des Industrial Designs, z. B. unter Integration nachwachsender grüner Rohstoffe für industrielle Anwendungen, komplettieren die breite Palette an Kompetenzen der FH JOANNEUM im Bereich der Green Technologies.

2.1.3 JOANNEUM RESEARCH

Die JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH ist ein außeruniversitärer, unternehmerisch orientierter Innovations- und Technologieanbieter, der seit 50 Jahren Spitzenforschung betreibt, eine Schlüssel-funktion im Technologie- und Wissenstransfer in Süd-Ost-Österreich einnimmt und seinen Fokus auf ange-wandte Forschung und Technologieentwicklung gerichtet hat. In mehreren Schwerpunkten von JOANNEUM RESEARCH ist das Thema der Green Technologies inhärent verankert, sei es im Bereich der Klima- und Ener-gieforschung, der Digitalforschung oder der Materialforschung.

Das Institut DIGITAL gehört zu den international führenden anwendungsorientierten Forschungspartnern im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT). Seine Kompetenzgruppe Cyber Security and Defence beschäftigt sich mit der Entwicklung von maßgeschneiderten Cyber-Sicherheitsmo-dellen auf der Basis von Risikoanalysen, der Ableitung von Schutzmaßnahmen und der Überprüfung von deren Wirksamkeit, insbesondere im Bereich moderner Energiesysteme, was durch die Mitarbeit an den Projekten DEZENT sowie an den laufenden H2020-Projekten STORY und RESOLVD unter Beweis gestellt wurde und wird. Zusätzlich entwickelt die Gruppe auch leistungsfähige und einfach zu verwendende Soft-warewerkzeuge zur Erhöhung der Cyber Defence-Fähigkeit, die bspw. sehr effizient gestaltete Cyber-Security-Audits von IT-Netzwerken im Bereich von Energieinfrastruktur ermöglichen.

Einen wesentlichen thematischen Pfeiler der Forschungseinrichtung im Bereich der Green Technologies stellt das Zentrum für Klima, Energie und Gesellschaft – LIFE dar. Das Zentrum beschäftigt sich mit zentralen Fragen rund um den Klimawandel und den Schritten, die notwendig sind, um die Gesellschaft auf einen kohlenstoffärmeren Entwicklungspfad zu bringen, mit dem Ziel, den Klimawandel einbremsen zu können. LIFE widmet sich insbesondere der Erforschung folgender Gegenstände und Themenkomplexe: zukünftige Energiesysteme, nachhaltige Lebensstile, erneuerbare Energie, Erhöhung der Energieeffizienz, integrierte Biomassennutzung, landwirtschaftliche Klimarisiken, Überführung von Wissen aus der Klimaforschung in den Anwendungsbereich, innovative Mobilität und die nachhaltige Gestaltung urbaner Räume, Bereitstellung intelligenter, bedarfsorientierter Energiedienstleistungen und -produkte unter der Einbeziehung der Nut-zerinnen und Nutzer bzw. Konsumentinnen und Konsumenten. Die klare gesellschaftliche Mission lautet:

- Stärkung der Resilienz gegenüber Klima- und Wetterrisiken
- Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft/Gesellschaft bis 2050

2.1.4 Karl-Franzens-Universität Graz

Die Karl-Franzens-Universität Graz bietet mehr als 100 Studienrichtungen an, die in sechs Fakultäten zusammengefasst sind. NAWI Graz – die naturwissenschaftliche Kooperation zwischen Karl-Franzens-Universität Graz und TU Graz – ist hierbei besonders hervorzuheben. Eine Besonderheit sind auch jene Studien, die sich schwerpunktmäßig mit den Zukunftsthemen Umwelt, Energie und Nachhaltigkeit auseinandersetzen, wie vor allem Umweltsystemwissenschaften, (USW)-Geographie, USW-Betriebswirtschaft, USW-Nachhaltigkeitsorientiertes Management, USW-Volkswirtschaftslehre, USW-Naturwissenschaften-Technologie, Ökologie und Evolutionsbiologie, Political, Economic and Legal Philosophy (PELP), Nachhaltige Stadt- und Regionalentwicklung, International Master's Programme in Industrial Ecology (MIND), Global Studies, Environmental System Sciences / Climate Change and Environmental Technology und das Joint International Master's Programme in Sustainable Development.

Die Universität Graz trifft zum einen im Rahmen von NAWI Graz den Kern der naturwissenschaftlich-technischen Forschung, zum anderen weist sie mit der Breite ihrer Wissenschaftsfelder hervorragende Kompetenzen auf, mit denen sie seit langem zur Erforschung der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für die neuen grünen Technologien beiträgt. Große Themen sind aktuell z. B. chemische Prozessinnovationen für nachhaltige Transformationen, die Auswirkungen des Klimawandels in den verschiedensten Dimensionen (wie Biologie, Hydrologie, Regionalklima, Geomorphologie, Wirtschaft) sowie die systemische Low-Carbon-Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft (Geistes-, Rechts-, Wirtschafts- und Innovationswissenschaften). Jüngster Neuzugang in den 24 Forschungsfeldern des Bereichs „Umwelt und Globaler Wandel“ ist das Umwelt- und Energierecht. Das an der Uni Graz eingerichtete FWF-Doktoratskolleg im Bereich „Klimawandel: Unsicherheiten, Schwellenwerte und Strategien“ arbeitet im Zeitraum von 2018-2022 nunmehr in seiner zweiten Phase – mit aktuell 12 Faculty-Mitgliedern und 24 international akquirierten Dissertantinnen und Dissertanten. Das an der Uni Graz genehmigte Christian-Doppler-Pilotlabor „Nachhaltiges Produktmanagement in einer Kreislaufwirtschaft“ nimmt 2018 seine kooperative Forschung mit Wirtschaftspartnern auf. Mit Jänner 2019 starten im Rahmen des überfakultären Zentrums "Climate Change and Sustainable Transformation" 18 Forschungsgruppen ihre integrierte und international orientierte Kooperation in Forschung und Nachwuchsförderung. Dem aktuellen Entwicklungsplan entsprechend, erfolgt ein signifikanter weiterer Ausbau dieses Zentrums während der gesamten Leistungsperiode 2019-2021.

2.1.5 Montanuniversität Leoben

Hinsichtlich der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Themen im Rahmen von Green Tech Research Styria liegt der Schwerpunkt der Aktivitäten an der Montanuniversität Leoben traditionellerweise im Bereich der nachhaltigen Nutzung von Rohstoffen aus primären und sekundären Quellen (Ressourcenmanagement) sowie im Bereich Werkstoffe und Fertigungstechnik. Ein Hauptgebiet der Forschung und Lehre der Montanuniversität Leoben ist der industrielle Umweltschutz im Department für Umwelt- und Energieverfahrenstechnik. Hier gliedern sich die Bereiche in vier Lehrstühle:

- Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft
- Lehrstuhl für Energieverbundtechnik
- Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik
- Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes

Am Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft wird für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft gearbeitet. Produktion und Konsum ohne Abfall sind nicht möglich. Durch moderne und innovative Kreislaufwirtschaft kann jedoch ein hohes Maß an Ressourceneffizienz und Umweltschutz erreicht werden. Dazu benötigt es u. a. einen systemischen Ansatz, die Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette, konsequente Kreislaufführung von Stoff- und Energieströmen und technische Innovationen. Abfall als Rohstoff zu nutzen, ohne unkontrolliert Schadstoffe freizusetzen, ist eine der Herausforderungen für Umwelttechniker. Vermeidung, Re-Use und die stoffliche und energetische Verwertung werden erforscht und entwickelt.

Darüber hinaus hat die Montanuniversität Leoben bereits in den letzten Jahren einen beachtlichen Schwerpunkt im Bereich Energietechnik entwickelt, wobei dieser die Werkstoffe, die Forschung an Einzelkomponenten und die Entwicklung entsprechender Apparate und Verfahren bis hin zu gesamten Prozessen umfasst. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Substitution fossiler Energieträger sowie zur Energieeffizienzsteigerung einzelner Komponenten geliefert. Allerdings ist im Sinne der Maximierung der Energieeffizienz zukünftig vielmehr der Wirkungsgrad von Systemen als jener von Einzelkomponenten zu optimieren. In diesem Zusammenhang wird unter „System“ bspw. ein gesamter industrieller Produktionskomplex oder eine Region, bestehend aus Industriebetrieben, Kommunen, öffentlichen und touristischen Einrichtungen etc., verstanden.

Dieser Bereich der prozessorientierten Energietechnik bzw. Energiesystemtechnik ist eines der wesentlichen Entwicklungsfelder an der Montanuniversität Leoben. Er wird seit 2014 mit einer Professur für prozessorientierte Energiesystemtechnik abgedeckt. Neben den Bereichen Rohstoffe und Werkstoffe ist damit ein wesentlicher Anknüpfungspunkt an Green Tech Research Styria gegeben. Beiträge werden demnach hinsichtlich Modellierung, Simulation und Optimierung von Energiesystemen entwickelt, wobei die gesamte Kette – von Einzelkomponenten über Apparate bis hin zu Anlagen – erarbeitet und neben Industriebetrieben selbst ganze Regionen eingebunden werden. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die energieintensive Industrie (z. B. Eisen- und Stahlerzeugung, Rohstoffverarbeitung und -veredelung, Zementindustrie), die mit ihren industriellen Prozessen ein erhebliches Potenzial zur Energieeinsparung (Energieeffizienzmaßnahmen) sowie zur Energiebereitstellung (z. B. Wärmeauskopplung) und Energiespeicherung (z. B. Luftzerlegungsanlagen) aufweist.

2.1.6 Technische Universität Graz

Im Rahmen ihrer Forschung hat die TU Graz fünf zentrale fakultätsübergreifende zukunftssträchtige Bereiche, die sogenannten Fields of Expertise (FoE), definiert. Ziel ist es, in diesen Bereichen internationale Spitzenforschung zu betreiben. In enger Abstimmung mit der lokalen Wirtschaft sollen Grundlagenforschungsergebnisse mittels angewandter Projekte umgesetzt werden. Bezüglich Green Tech Research Styria ist dabei besonders das FoE „Sustainable Systems“ zu erwähnen, aber auch die beiden FoE „Advanced Materials Science“ und „Mobility & Production“ sind von zentraler Bedeutung für den Forschungsverbund. Eine Stärkung des Standortes wird durch den neuen Masterstudiengang „Biorefinery Engineering“ (in Zusammenarbeit mit der Universität Twente) erreicht.

Ein wesentlicher Aspekt für die zukünftige Ausrichtung ist der Bereich der „Integrated Building Systems“, der die Digitalisierung des Planens und Bauens darstellt. Von großer Bedeutung ist auch das Thema „Building Information Modeling (BIM)“ sowie die Vorfertigung und Automatisierung im Bauprozess.

2.2 Die steirische Green Tech-Unternehmenslandschaft und Green Tech Cluster Styria GmbH

Steirische Unternehmen sind führend in den Bereichen Green Energy, Green Resources und Green Building und stellen wichtige Partner für die Forschungstätigkeiten des Green Tech Research Styria-Forschungsverbundes dar. Die Steiermark verfügt über eine hohe Konzentration an forschenden Unternehmen im Bereich der Umwelttechnologie, die an zukunftsweisenden und nachhaltigen Lösungen in den Bereichen Biomasse, Gebäudetechnologien sowie Recycling arbeiten.

In der Steiermark sind bspw. weltweit führende Unternehmen im Bereich Kessel/Anlagen für Wärme und Strom aus Biomasse sowie aus Bio-Kraftstoffen beheimatet. Internationale Leitprojekte stärken die regionale Innovationskraft über die Grenzen hinweg und machen die Steiermark zur Nummer 1 für innovative Technologien zur energetischen Nutzung von Biomasse und Biomasse-Resten. Ein weiterer Schwerpunktbereich ist die Entwicklung von smarten urbanen Gebäuden der Zukunft. Gemeinsam mit den Forschungseinrichtungen entwickeln steirische Unternehmen Leuchtturmprojekte auf dem Gebiet der integrativen Gebäudeplanung und nehmen eine Spitzenposition bezüglich der intelligenten Integration von energieaktiven Komponenten in urbanen Gebäuden und Fassaden ein. Die Steiermark beheimatet zudem technologieführende Unternehmen im Bereich der Aufbereitung und Sortierung von Rest- und Abfallstoffen. Deren Verfahren machen es möglich, Stoffströme einem sinnvollen Kreislauf zuzuführen und daraus Wertschöpfung zu generieren. Mehr als 200 Organisationen sind Partner im Green Tech Cluster Styria, dem Unternehmensnetzwerk des Green Tech Valley Steiermark, das weltweit führend im Bereich grüne Technologien ist. Der Cluster führt als weltbesten Umwelttechnik-Cluster internationale Rankings an, die beteiligten Energie- und Umwelttechnikunternehmen wachsen doppelt so schnell wie globale Mitbewerber. Viele Unternehmen des Clusters sind internationale Technologie- und Marktführer in der Energie- und Umwelttechnik. Um diese Position zu stärken und auszubauen, unterstützt der Green Tech Cluster Styria die Unternehmen mit Projekten und Dienstleistungen entlang der strategischen Wachstumstreiber Innovation, Know-how und neue Märkte.

2.3 Bestehende Rahmenstrategien und -dokumente

Die nachfolgenden Dokumente bilden einen übergeordneten Rahmen bzw. begleitende Strategien für den GTRS Science Plan, die es für die Umsetzung der Forschungsagenda zu berücksichtigen gilt. Die Auflistung ist exemplarisch und bildet die wichtigsten Rahmenstrategien und -dokumente ab. Dabei werden die internationale Ebene, die EU-Ebene sowie die nationale Ebene berücksichtigt.

Internationale Ebene:

Auf internationaler Ebene ist die UN-Klimarahmenkonvention das wichtigste Vertragswerk des globalen Klimaschutzes. Ergänzt wird es zunehmend durch Technologie-Initiativen, teils unter der Klimarahmenkonvention, teils ergänzend.

- **United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC):**

Die Klimarahmenkonvention trat 1992 in Kraft, mit dem Kyoto-Protokoll, das im Jahr 2015 durch das Klimaabkommen von Paris (Paris Agreement) abgelöst wurde, als Meilenstein. Das Klimaabkommen von Paris wurde am 8. Juli 2016 vom österreichischen Nationalrat ratifiziert und trat global am 4. November 2016 in Kraft. Das darin vereinbarte 1,5/2-Grad-Ziel ist nur mit einer Trendwende in vielen Sektoren und Bereichen möglich. Bezüglich der Strategien zur Erreichung des Pariser Abkommens spielen Umwelt- und Energietechnologien eine immer größere Rolle. Zu den neuen Technologietransfermechanismen gehört bspw. das Climate Technology Centre & Network (CTCN), das bei der UNIDO ansässig ist (Wien). Ziel ist nicht nur der Umwelttechnologietransfer in Entwicklungsländer, sondern auch ein „Capacity Building“, um diese entsprechend zu implementieren. Das CTCN hat weltweit 160 Anlaufstellen (climate technology focal points) und mehr als 400 Mitglieder. Die Leistungen umfassen Prefeasability-Studien für spezifische Technologien, die Entwicklung von Geschäftsmodellen sowie Capacity Building.

- **Mission Innovation:**

Das Netzwerk „Mission Innovation“, dem Österreich 2018 beigetreten ist, besteht aus 23 Einzelstaaten sowie der Europäischen Union. Ziel dieser internationalen Initiative ist es, die Entwicklung sauberer Energietechnologien gemeinsam mit privaten Investoren deutlich voranzutreiben und internationale Forschung auf spezifische Themen auszurichten. Durch diese Koordinierung sollen Technologien schneller zur Marktreife gebracht werden. Im Rahmen von Mission Innovation soll das Ausmaß der CleanTech-Forschung innerhalb von fünf Jahren verdoppelt und eine stärkere Finanzierung des Privatsektors hinsichtlich transformativen Energietechnologien erreicht werden. Die Schwerpunktthemen sind Smart Grids, Off-Grid-Versorgung mit erneuerbarem Strom, Carbon-Capture and Storage, nachhaltige Biotreibstoffe, Speicherung von Sonnenenergie in Brennstoffen, CO₂-arme Materialien sowie CO₂-armes Heizen und Kühlen.

EU-Ebene:

Auf EU-Ebene gibt es ein umfangreiches Paket von Richtlinien, Strategien und Forschungsrahmenprogrammen, wodurch eine Transition zu einer Green Economy gefördert wird.

1. Strategien und Aktionspläne

- **Eco-innovation:**

Eco-innovation umfasst Sektoren wie Fertigung, Landwirtschaft, Wasser und Nahrungsmittelproduktion. Diese Sektoren machen 2,2 % des EU-BIPs aus und beschäftigen 3,4 Millionen Menschen. Fast die Hälfte der Firmen in diesen Bereichen hat bereits Ökoinnovationen durchgeführt. Die EU-Kommission hat einen Eco-Innovation Action Plan (EcoAP) entwickelt, der eine umfangreiche Bandbreite von Ökoinnovationsprozessen sowie damit verbundene Produkte und Dienstleistungen stimulieren soll. Er enthält ein Pilotprogramm, um strategisch wichtigen grünen Technologien zur Marktreife zu verhelfen. Der Ökoinnovationsplan zielt insbesondere auf KMUs und innovative Frontrunner ab. Er ermöglicht Förderungen aus COSME, Horizon2020 und dem EU LIFE-Programm.

Der Ökoinnovationsplan wird seit 2014 durch den Green Action Plan für KMUs verstärkt. Dieser macht kleine und mittlere Unternehmen auf Geschäftsmöglichkeiten aufmerksam, die aus einer erhöhten Ressourceneffizienz und ökologisch orientiertem Unternehmertum erwachsen können. Im Speziellen umfasst der Plan folgende Punkte:

- KMUs durch wesentliche Verbesserungen bei der Ressourceneffizienz umweltgerechter und damit wettbewerbsfähiger und nachhaltiger zu machen
- Chancen für KMUs durch umweltschonendere Wertschöpfungsketten zu erkennen (die auf Wiederaufarbeitung, Reparaturen, Instandhaltung, Recycling und umweltgerechter Gestaltung basieren)
- Unterstützung grüner KMUs beim Marktzugang
- Verwaltung – Netzworkebildung zur Verbesserung des unternehmerischen Umfelds für grüne KMUs

- **EU-Circular Economy Package, EU-Kunststoff-Strategie, EU-Kunststoffreduktion in der Umwelt**

Das EU-Circular Economy Package beinhaltet neben der zentralen Circular Economy-Strategie und dem entsprechenden Aktionsplan eine Reihe von thematisch eingegrenzten Strategien und Maßnahmen, bspw. im Bereich Abfall. Der Aktionsplan umfasst Maßnahmen, die den gesamten Produktzyklus betreffen – von den Sektoren Produktion und Konsum über das Abfallmanagement bis hin zum Markt für sekundäre Rohstoffe. Im Januar 2018 wurden von der Europäischen Kommission u. a. in folgenden Bereichen neue Maßnahmen beschlossen:

- EU-Strategie zu Plastik in der Kreislaufwirtschaft (u. a. Recyclingfähigkeit aller Plastikverpackungen bis 2030)
- Umgang mit dem Zusammenspiel von Chemikalien-, Produkt- und Abfall-Gesetzgebung
- Zusammenhang zwischen kritischen Rohstoffen und der Kreislaufwirtschaft

- Ein überarbeitetes Paket im Bereich Abfall beinhaltet Richtlinien-Entwürfe in den Bereichen Abfall allgemein, Verpackungsabfall, Deponien, Elektroschrott, Fahrzeuge sowie Batterien und Akkumulatoren. Ziele im Bereich Abfall sind (Europäische Kommission 2018):
 - Erhöhung von Recyclingraten (65% von Kommunalabfall und 75% von Verpackungen bis 2030)
 - Anhebung der Zielvorgaben für die Vorbereitung zur Wiederverwendung und für das Recycling von Verpackungsabfällen
 - Begrenzung der Deponierung von Siedlungsabfällen auf 10 % bis 2030
 - Neue Maßnahmen zur Vermeidung von Abfällen
 - Einführung von Mindestanforderungen für die erweiterte Herstellerverantwortung
- **Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan)**

Der Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan) der EU nennt die Entwicklung kohlenstoffarmer Technologien und die Verbesserung ihrer Wettbewerbsfähigkeit als seine wichtigsten Ziele. Damit ist der SET-Plan ein wesentliches strategisches Instrument in der europäischen Energietechnologiepolitik. Insgesamt sollen im Rahmen des SET-Plans in den nächsten zehn Jahren rund 70 Mrd. € in die Entwicklung kohlenstoffarmer Energietechnologien fließen. Die Finanzierung erfolgt nach dem Konzept „Public-Public-Private“ durch die EU, die Mitgliedsstaaten und die Privatwirtschaft. Für Unternehmen eröffnen sich durch eine aktive Beteiligung große Chancen, eine Nichtteilnahme kann hingegen langfristig zu Nachteilen führen. Der SET-Plan identifiziert 10 Maßnahmenbereiche für Forschung und Innovation und zielt auf die gesamte Innovationskette ab (von Forschung bis Marktreife). Ebenso hat er zum Ziel, Fördermechanismen vorzuschlagen und regulatorische Hemmnisse abzubauen. Folgende Maßnahmenbereiche sind für Österreich relevant:

 - Leistungsfähige erneuerbare Energien (EE) sollen durch eine Technologieförderung über die gesamte „Innovationskette“ hinweg – von der Grundlagenforschung bis zu Demonstrationsprojekten – gefördert werden.
 - Die Herstellungskosten von neuen EE-Technologien sollen durch „koordinierte Forschungs- und Innovationsanstrengungen“ und Zusammenarbeit der Regionen gesenkt werden.
 - Die Entwicklung von Technologien zur Optimierung des Energieverbrauchs soll durch die Ausnutzung von Synergien zwischen dem Energiesektor und dem Informations- und Kommunikationssektor (IKT-Sektor) vorangetrieben werden.
 - Die Energiesicherheit soll durch die Digitalisierung der Energienetze erhöht werden.
 - Die Energieeffizienz von Gebäuden soll durch Gelder aus dem Europäischen Fonds für strategische Investitionen und dem Europäischen Struktur- und Investitionsfonds (ESIF) erhöht werden.
 - Die Energieeffizienz in der Industrie soll durch die EU-weite Zusammenarbeit bei der Forschung zu energieeffizienten Technologien wie der Kraft-Wärme-Kopplung erhöht werden.
 - Die Batterieforschung soll durch Bündelung der Initiativen des SET-Plans mit der „Strategischen Forschungs- und Innovationsagenda für den Straßenverkehr“ vorangetrieben werden.
 - Die Markteinführung von alternativen Kraftstoffen, d. h. von Biokraftstoffen und Wasserstoff, soll durch die Zusammenarbeit von nationalen Behörden, Kraftstoffherstellern und potenziellen Nutzerinnen und Nutzern vorangetrieben werden.

- **EU Energy Roadmap**

Ein Ziel der EU ist die Reduktion von Treibhausgasen um 80-95 % (verglichen mit 1990) bis zum Jahr 2050. Die Energy Roadmap beinhaltet eine langfristige Restrukturierung des Energiesystems, die mit diesem Ziel kompatibel ist und die Energiesicherheit gewährleistet. Zu den Schwerpunktthemen gehören Energieeffizienz, erneuerbare Energie sowie Carbon Capture and Storage, die auf verschiedene Weise kombiniert werden.

2. **Rahmen für die Klima- und Energiepolitik der Europäischen Kommission bis 2030 (40/32,5/30-Ziele)**

Ende 2016 hat die Europäische Kommission ein Paket von Gesetzesvorschlägen für den Zeithorizont 2030, das sogenannte Clean Energy for all Europeans Package, veröffentlicht. Die Ziele für erneuerbare Energien wurden dabei auf 30 % am Endenergieverbrauch festgelegt und in weiterer Folge auf zumindest 32 % nach oben angepasst. Die „Erneuerbare Energien-Direktive“ wird durch eine aktualisierte Fassung ersetzt – (COM(2016) 767 final/2). Die Energieeinsparungen sollen verglichen zu einem Baseline-Szenario bei 32,5 % liegen. Beide Ziele gelten für die EU als Gesamteinheit und werden nicht auf die Mitgliedstaaten heruntergebrochen. Das Treibhausgasziel beträgt -40 % (verglichen mit 2005), es ist jedoch eine Erhöhung auf 45 % in Diskussion. Das Treibhausgasziel wurde für jene Sektoren, die nicht dem EU-Emissionshandel unterliegen, auf die Mitgliedstaaten heruntergebrochen. Mitgliedsstaaten müssen auf Basis der „Governance Directive“ (COM(2016) 861 final/2) integrierte nationale Energie- und Klimapläne erstellen, in denen die Erreichung der Ziele mit entsprechenden Maßnahmen dargestellt wird.

3. **Forschungsrahmenprogramm Horizon 2020 und Nachfolgeprogramme**

Im Rahmen des EU-Budgets 2021-2027 erging seitens der Europäischen Kommission der Vorschlag, 100 Mrd. € für Forschung und Innovation bereitzustellen. Das neue Programm „HORIZON EUROPE“ soll genauso wie „Horizon 2020“ einen starken Fokus auf Innovation legen.

Das Programm wird in 3 Schwerpunkte unterteilt:

- Open Science
- Open Innovation
- Global Challenges and Industrial Competitiveness

Eine wichtige Rolle wird ein missionsorientierter Innovationsansatz spielen, in dem sektorübergreifende Innovationsprozesse und Wertschöpfungsketten berücksichtigt und initiiert werden. Für eine weitgehende Dekarbonisierung der Wirtschaft und den Einsatz und das Zusammenspiel neuer Technologien ist dies von großer Bedeutung.

Nationale Ebene:

- **CCCA Science Plan zur Klimaforschung in Österreich**

Der CCCA Science Plan wurde im November 2011 vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, heute Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, beauftragt und versteht sich als strategisches Dokument für die österreichische Klima- und Klimafolgenforschung. Zentrale Aufgaben des Climate Change Centre Austria (CCCA) bestehen u. a. in der Vernetzung und der Erleichterung des Zugangs zu relevanten Daten für den Klimawandel, im Austausch von Modellen, Werkzeugen und Forschungsansätzen zum Klimawandel, in der Steigerung der Qualität und Effizienz der Klimaforschung in Österreich und in der Forschungscoordination. Die Darstellung des Forschungsbedarfs gliedert sich in folgende Teilbereiche (CCCA 2017):

- Einflussfaktoren und Ausprägungen des Klimawandels
- Folgen des Klimawandels
- Anpassung an den Klimawandel
- Vermeidung bzw. Minderung des Klimawandels
- Gesellschaftliche Transformationsprozesse

- **Strategic Research Agenda (SRA) zur Entwicklung eines intelligenten Energiesystems in und aus Österreich (BMVIT, April 2016)**

Die SRA stellt den langfristigen Forschungsbedarf im Hinblick auf die Optimierung der österreichischen Energieinfrastruktur mit einem Zeithorizont bis 2035 dar. Ziel ist die spartenübergreifende Betrachtung aller dafür relevanten Themen und das Aufzeigen von Synergien, die sich im Kontext des derzeit beobachtbaren und künftig zu erwartenden Übergangs zu integrierten Energie- und IKT-Infrastrukturen ergeben. Unter Einbindung der österreichischen Forschungsakteure und weiterer zentraler Akteurs- und Stakeholdergruppen wurden vier Themenfelder zur intensiven Betrachtung und Evaluierung des Innovations- und Forschungsbedarfs herausgearbeitet:

- Energieträgerübergreifende und raumspezifische Infrastrukturentwicklung
- Governance der Energiewende
- Elektrizitätssystem
- Leitungsgebundene Wärme- und Kälteversorgung (Wärme- und Gasnetze, Fernkälte)

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie Speichertechnologien und Fragen der Energieeffizienz wurden als „Cross-cutting Issues“ berücksichtigt (BMVIT 2016).

- **Energiestrategie Österreich 2020**

Die Energiestrategie Österreich wurde 2010 vom Wirtschafts- und Umweltministerium vorgestellt. Sie enthält Maßnahmenvorschläge, die die 20/20/20-Ziele der EU in Österreich umsetzen helfen sollen. Dies beinhaltet die Stabilisierung des Endenergiebedarfs auf dem Niveau von 2005 (1.100 PJ), die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie von 28,8 % (2008) auf mind. 34 % sowie die Sicherstellung der Energieversorgung durch z. B. Effizienz, erneuerbare Energien, Importdiversifizierung und Leitungsausbau. Maßnahmenvorschläge wurden für folgende Bereiche ausgearbeitet (BMVIT 2010):

- Übergreifende Maßnahmen (u. a. Energieeffizienzgesetz, Bundes-Klimaschutzgesetz, Screening und Anpassung der Förderinstrumente, ökologische Steuerreform)
- Gebäude
- Produktion & Dienstleistungen in Industrie und Gewerbe & Kleinverbrauch
- Mobilität
- Energiebereitstellung
- Energieversorgungssicherheit

- **Österreichische Klima- und Energiestrategie (#mission 2030)**

Die österreichische Klima- und Energiestrategie integriert diese beiden Bereiche, schwerpunktmäßig mit dem Zeithorizont 2030, sie soll jedoch auch einen Orientierungsrahmen bis 2050 bieten. Sie wurde nach einem öffentlichen Konsultationsprozess am 28. Mai 2018 von der Bundesregierung beschlossen. Die Strategie beinhaltet bestehende Ziele, wie z. B. die Reduktion von THG-Emissionen bis 2030 um 36 % gegenüber 2005, aber auch den angestrebten Ausstieg aus der fossilen Energiewirtschaft bis 2050 (einschließlich im Bereich Mobilität). In der Strategie wird die Schlüsselrolle von Forschung und Technologieentwicklung hervorgehoben. In diesem Zusammenhang wird der Beitritt Österreichs zur globalen Initiative „mission innovation“ angekündigt sowie die Notwendigkeit einer entsprechenden signifikanten Steigerung der öffentlichen Forschungs- und Innovationsausgaben erwähnt (BMNT, BMVIT 2018).

- **ENERGIE Forschungs- und Innovationsstrategie**

In der aktuellen Energieforschungs- und Innovationsstrategie von März 2017 wurden unter Anwendung eines funktionsorientierten Zugangs thematische Schwerpunkte für Österreichs Forschung und Entwicklung identifiziert. Bedarfsorientierte Zielsysteme stehen im Vordergrund, bei der die Erzeugungs-, Umwandlungs- und Speichertechnologien optimal zu integrieren sind (BMNT, BMVIT, 2018). Ziele der Strategie sind (BMVIT 2017a):

- die Energieforschung und Innovation ins Zentrum der Lösung von gesellschaftlichen Herausforderungen zu rücken;
- Österreich als Technologieführer in energierelevanten Bereichen zu etablieren und die internationale Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen;
- sukzessive die Energieforschungsmittel zu steigern und
- die Präsenz österreichischer Forschungsinstitute und innovativer Unternehmen auf globaler Ebene zu erhöhen.

Regionale Ebene:

- **Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030**

Die steirische Klima- und Energiestrategie „KESS 2030“ wurde am 16. Jänner 2018 im steiermärkischen Landtag beschlossen und hat damit den Klimaschutzplan Steiermark und die Energiestrategie 2025 abgelöst. Die vier wesentlichen in der Strategie verankerten 2030-Ziele sind die Senkung der Treibhausgasemissionen um 36 Prozent gegenüber 2005, die Steigerung der Energieeffizienz um 30 Prozent (gegenüber der Prognose aus 2005), die Anhebung des Anteils an erneuerbaren Energien auf 40 Prozent sowie die Leistbarkeit von Energie und Versorgungssicherheit. Die inhaltlichen Schwerpunkte sind (Land Steiermark 2017):

- Abfall- und Ressourcenwirtschaft
- Bildung und Lebensstil
- Energieaufbringung und -verteilung
- Gebäude und Siedlungsstrukturen
- Land- und Forstwirtschaft
- Mobilität
- Vorbildfunktion öffentlicher Bereich
- Wirtschaft und Innovationen

- **Strategie des Landes Steiermark zur Förderung von Wissenschaft und Forschung**

Die Strategie des Landes Steiermark zur Förderung von Wissenschaft und Forschung wurde am 7. Jänner 2013 öffentlich präsentiert und verfolgt das Ziel, die Steiermark als einen der forschungintensivsten Standorte in Europa zu profilieren. Hervorgehoben werden u. a. die Einrichtung von Themenkorridoren, die Ausschreibung von Forschungsprogrammen insbesondere an der Schnittstelle Wissenschaft und Wirtschaft, die Stärkung von geistes-, sozial- und kulturwissenschaftlichen Disziplinen sowie Ausbildung und Förderung, vor allem in den Fächern Mathematik, IT, Naturwissenschaften und Technik. Als Handlungsfelder werden interdisziplinäre Themen und Vernetzung, die Stärkung von Wissenschaftssystemen, Nachwuchsförderung, die Gestaltung von Rahmenbedingungen, die Umsetzung von Know-how in der Wertschöpfung sowie Governance definiert. Die genannten Leitthemen beinhalten neben „Mobilität“ und „Humantechnologie“ auch „EcoTech“ (Land Steiermark 2013).

- **Wirtschafts- und Tourismusstrategie Steiermark 2025**

Am 5. Juli 2016 wurde die Wirtschafts- und Tourismusstrategie Steiermark 2025 „Wachstum durch Innovation“ im Landtag Steiermark beschlossen. Die Strategie wurde unter Einbindung der Sozialpartner erarbeitet. Im Bereich der Leitthemen „Mobility“, „Health-Tech“ sowie „Green-Tech“ werden in den nächsten Jahren die größten Innovations- und Wachstumspotenziale gesehen. Die Steiermark soll laut Strategie Alleinstellungsmerkmale bei Themen wie „Clean Mobility“ und „Green Technologies“ erlangen. Die Basis des wirtschaftlichen Fortschritts wird dabei insbesondere bei technologischen Kernkompetenzen wie Werkstofftechnologien, Maschinenbau oder digitalen Technologien gesehen, die laut Strategie einer Stärkung bedürfen. Eine Kernzielgruppe der Strategie sind Klein- und Mittelunternehmen, für die neue Förderungs- und Finanzierungsinstrumente entwickelt werden sollen (Land Steiermark 2016a).

Strategien der Mitglieder des GTRS:

- Entwicklungsstrategien der steirischen Hochschulen
- JOANNEUM RESEARCH Strategiedokument 2017–2021
- „HANDS ON 2022“ – Handlungsleitende Strategie der FH JOANNEUM
- Green Tech Cluster-Strategie „Green Tech Growth ‘20“

3 Profilbildung des GTRS

Für die Erreichung des Ziels, die internationale Strahlkraft von GTRS beständig auszubauen, wird die vorliegende Sammlung von Stärken und gemeinsamen Schwerpunkten der Forschung auf Dauer nicht ausreichend sein. Um ein international stark sichtbares Profil zu entwickeln, braucht es eine diesem Ziel entsprechende einzigartige Kombination aus Kompetenzen und kritischen Massen. Die Definition von Leitprojekten ist ein erster Schritt in diese Richtung, und das Herausbilden einer verbindlicheren Kooperationsstruktur in der gemeinsamen Arbeit in Richtung eines Leuchtturmprojektes ist ein sinnvoller mittelfristiger Weg, der jedoch noch weitere Abstimmungs Bemühungen notwendig macht.

Daraus abgeleitet wird aber klar, dass Leitprojekte auf alle Fälle die Perspektive in sich tragen sollten, nationale sowie EU-Fördergelder anzusprechen. Wenn eine längerfristige Perspektive geplant wird, dann jedenfalls in Aussicht auf Resonanz in nationalen oder EU-Ausschreibungen. In erster Linie ist hier auf EU-Ebene die Nutzung von Möglichkeiten, die Technologieplattformen bieten, anzudenken.

In diesem Zusammenhang werden auch die folgenden Fragen als relevant erachtet:

1. Wie wird die Zusammenarbeit innerhalb des GTRS gestaltet (im Sinne des weiteren Aufbaus der Kooperationskultur), und wie werden gemeinsame Interessen verfolgt?
2. Wo gibt es in der Steiermark sogenannte „weiße Flecken“?

Bezüglich K-Projekten sind innerhalb des GTRS Abstimmungen zu treffen, um in weiterer Folge – vor dem Hintergrund von Silicon Austria und der Vorzeigeregionen – mit konkreten Vorschlägen an die Industrie als wichtigen Partner und Kofinanzierer heranzutreten

Eine umsetzungsorientierte Projektentwicklung stellt angesichts der regional begrenzten Fördermöglichkeiten einen wichtigen Punkt für den Green-Tech-Bereich dar. Zur Koordinierung und für einen regelmäßigen Austausch sind bspw. gemeinsame Forschungsseminare oder gemeinsame Summer Schools mit internationalen Spitzenforscherinnen und Spitzenforschern, aber auch Treffen im Rotationsprinzip mit Präsentation der aktuellen „Strategieentwicklung vor Ort“ denkbar.

Als wichtig für die Profilbildung werden die verstärkte Institutionalisierung des GTRS, aktives Lobbying, die Kommunikation wissenschaftlicher Kompetenz in Richtung Industrie sowie die wechselseitige Zugänglichkeit eigener/vertrauter Netzwerke erachtet.

4 Die Themenbausteine des GTRS Science Plans

Aus den aktuellen Zielsetzungen und Forschungsstrategien der Partner des GTRS wurden in mehreren Diskussionsrunden die folgenden Themenbausteine, die die Forschungsschwerpunkte des GTRS bis 2022 bündeln, erarbeitet (siehe auch Abbildung 7): *Energy Systems, Resources & Materials, Mobility, Building & Spatial Systems, Agriculture & Food, Climate Change, Digital.*

Wesentliche Aspekte sind dabei die Verwobenheit der einzelnen Themenbausteine miteinander und die – unterschiedlich ausgeprägten – Interaktionen, die für eine zielgerichtete Bearbeitung der Green-Tech-Forschungsfragen zu beachten sind und die wiederum zu neuen Forschungsfragen und -bereichen führen.

Abbildung 7: Die Themenbausteine des GTRS Science Plans und ihre Rahmenbedingungen



Quelle: Darstellung GTRS.

Die Themenbausteine *Climate Change* und *Digital* nehmen eine Sonderstellung ein. Beide Bereiche haben einen übergeordneten Charakter und stellen jeweils gleichzeitig einen Treiber sowie ein Forschungsthema und Handlungsfeld dar. *Climate Change* ist als externer Treiber aller Themenbausteine und als ein inhaltliches Querschnittsthema zu sehen. *Digital* weist hingegen einen hohen methodischen Querschnittscharakter auf und findet seine Anwendung in den übrigen Themenbausteinen. Allerdings hat sich insbesondere der Bereich Digitalisierung seit dem letzten GTRS-Strategiedokument als Enabler für viele andere Themenbereiche herausgestellt, der einer intensiven Weiterentwicklung und einer integrativen Vernetzung bedarf.

Die GTRS-Themenbausteine sind neben der Technologie und den Naturwissenschaften in den Rahmen der Geistes-, Kultur-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften eingebettet, welche die Fragestellungen der Green Technologies mitprägen und als wichtige ergänzende Dimension zur primären Technologie-Orientierung der Forschungsagenda zu betrachten sind. Einen besonders wichtigen Stellenwert nimmt dabei die inhärente gesellschaftliche Komponente der Green Tech-Fragestellungen ein. So sind bspw. die Auswirkungen der grünen Technologien auf die Gesellschaft, insbesondere durch die fortschreitende Digitalisierung, ein wichtiges Thema, das in einem Forschungsplan mitberücksichtigt werden muss. Außerordentlich wichtig ist dabei eine solide Integration von Nutzerinnen und Nutzern, Unternehmen, Politik und Verwaltung/Governance in die Green Tech-Fragestellungen als integrale Bestandteile aller Themenfelder. Das spiegelt sich auch in der Bedeutung der Societal Readiness Levels neben den Technology Readiness Levels wider. Die weitere Verknüpfung mit den Bereichen Business Administration und Management dient einer pointierten Entwicklung, Ausgestaltung und Diffusion von Technologien.

Mit technologischen Innovationen ist auch die soziale Komponente eng verbunden, insbesondere bei Nutzungsfragen sind Pfade zur Akzeptanz der technischen Lösungen zu bedenken. Die soziale Dimension der Umsetzung bzw. aktiven Nutzung grüner Technologien nimmt im GTRS Science Plan daher einen wichtigen Stellenwert ein: Neben der Nutzungsperspektive und der Integration der Nutzerinnen und Nutzer stellt vor allem der gesellschaftliche Wandel einen Aspekt dar, der einen großen Einfluss auf die Relevanz einer Technologie haben kann. Im Sinne des Dreiecks „Technologie – Sozioökonomie – Nutzungsintegration“ wird die soziale und gesellschaftliche Perspektive deshalb stets über alle Themenfelder hinweg mitgedacht.

Umrahmt werden die Themenbausteine zudem von einem sogenannten Zielquartett. Dieses beinhaltet neben der allgemeinen Versorgungssicherheit die drei Säulen der Nachhaltigkeit: ökologische Nachhaltigkeit, ökonomische Nachhaltigkeit (Wettbewerbsfähigkeit) sowie soziale Nachhaltigkeit (Leistbarkeit und soziale Inklusion).

In einem Bottom-up-Prozess durch die operative Ebene der Expertinnen und Experten wurde die Ausformulierung der Themenbausteine anhand der jeweils zugehörigen thematischen Subthemen, basierend auf aktuellen Forschungslücken einerseits sowie steirischen Stärkefeldern andererseits (dem Motto „Stärken stärken“ folgend), durchgeführt. Diese Subthemen, die wiederum unterschiedlich starke Interaktionen aufweisen, sind ein Indikator dafür, wohin sich die Green Tech-Landschaft durch den Science Plan in den nächsten fünf Jahren thematisch entwickeln wird.

Die Inhalte der einzelnen Themenbausteine sind in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt. Die einzelnen Themenbausteine des GTRS Science Plans bestehen aus einer Anzahl identifizierter Subthemen, die die thematischen Schwerpunktbündel darstellen. Jedes Subthema ist wiederum mit einer indikativen Liste an Schwerpunkten und Forschungsrichtungen versehen. Diese indikative Liste dient nicht nur als exemplarische Darstellung des konkreten Forschungsbedarfes, sondern auch zur Erläuterung und Spezifizierung des Subthemas. Die Offenheit für Forschungsthemen, die im Prozess bis 2022 im GTRS auftauchen, ist ein wichtiger Faktor. Daher sind die definierten Subthemen nicht als streng abgegrenzte, starre oder exklusive Bereiche zu verstehen.

Zusätzlich sind die im Prozess erwähnten thematischen Stärken der GTRS-Mitglieder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark exemplarisch aufgelistet.

4.1 Themenbaustein Energy Systems

Im Themenbaustein *Energy Systems* werden vier Subthemen als wesentliche Stoßrichtungen identifiziert. Jeder Bereich weist jeweils eine Auflistung seiner wesentlichen Forschungsrichtungen auf. Zusätzlich liegt die soziale und gesellschaftliche Forschungsperspektive vor, die bei jedem Themenbaustein aktiv mitzudenken ist. Bei der Erstellung des Science Plans hat sich herausgestellt, dass der für die Steiermark wichtige Bereich der *Micro/Power Electronics* stark in den Bereich *Energy Systems* hineinspielt, weshalb dieser hier als Thema integriert wird.

4.1.1 Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf

Abbildung 8: Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich *Energy Systems*



Quelle: Darstellung GTRS.

Der erste Block mit den beiden Subthemen **Industrielle Prozesse und Energiesysteme** sowie **Gesamtsystemeffizienz durch Sektorkopplung** umfasst die industrielle Ebene dieses Themenbausteins und die Frage, wie diese in das Gesamtenergiesystem eingekoppelt wird.

Das Subthema **Industrielle Prozesse und Energiesysteme** enthält Forschungsfragen aus dem Bereich der Dekarbonisierung in der Industrie sowie zu industriellen Energieprozessen. Weitere Forschungsaspekte, die für den Science Plan festgestellt wurden, sind die interne Optimierung und die externe Kopplung mit neuen Netzwerken sowie die Optimierung von Umwandlungstechnologien in industriellen Prozessen (Power-to-X). Eine weitere angestrebte Schwerpunktsetzung wird mit HT-Prozessen und Energierückgewinnung formuliert.

Das Bündel der **Gesamtsystemeffizienz durch Sektorkopplung** weist einen räumlichen Charakter auf und umfasst Fragen des Energiesystems im Bereich von Smart Grids, urbanen Energiesystemen und Stadtquartieren. Bei der Frage nach neuen Ansätzen für die Integration von Mobilität (v. a. bezogen auf die Integration neuer E-Fahrzeuge in die Netze) und Gebäuden zeigt sich die Verwobenheit mit den Themenbausteinen *Mobility* und *Building & Spatial Systems*. Ein wichtiger Bereich im Sinne einer nachhaltigen Ausgestaltung des Energiesystems ist die Entwicklung eines Sustainable Energy Mix. Die zukünftige und auch notwendige Wärmewende im urbanen, aber auch im ländlichen Raum stellt ebenfalls eine wesentliche Forschungsrichtung dieses Themenbausteins dar, wobei der Fokus in Richtung einer erneuerbaren und dezentralen Ausgestaltung geht.

Speicher- und Umwandlungstechnologien erweisen sich als ein weiteres Subthema. Dieses umfasst neben der (dezentralen) Strom- und Wärmespeicherung auch die Frage nach der Sicherheit und Systemintegration.

Eine wesentliche Komponente bildet im Allgemeinen die **Weiterentwicklung erneuerbarer und neuer erneuerbarer Energien**. Forschungsrichtungen konzentrieren sich diesbezüglich auf die Weiterentwicklung von dezentralen Umwandlungstechnologien (von Primär- zu Sekundärenergie) sowie auf den Bereich Wasserstoff, dabei insbesondere auf Power-to-Gas (Gasification).

4.1.2 Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark

Speichertechnologien und Umwandlungstechnologien

- Geothermie: Energienutzung und -speicherung (KFU)
- Thermische und hybride Energieversorgungstechnologien (AEE)
- Thermische Energiespeicher (AEE)

Industrielle Prozesse und industrielle Energiesysteme

- Energieeffizienz und erneuerbare Energie für die Industrie (inkl. Finanzierungsbewertung) (AEE)
- Thermische und hybride Energieversorgungstechnologien (AEE)
- Carbon Management der Industrie (MUL, KFU)
- Power-to-X (MUL)
- Hochtemperaturprozessestechnik (MUL)

Gesamtsystemeffizienz durch Kopplung der Netze, Sektorenkopplung, Smart Grids und urbane Energiesysteme, Stadtquartiere

- Transformation des Energiesystems (KFU)
- Thermische und hybride Energieversorgungstechnologien (AEE)
- Energiesystemanalysen von Siedlungen, Stadtteilen und Städten (AEE)
- Sustainable Systems: Zukunftsfähige Energiesysteme (TUG)
- Nachhaltige Energiesysteme und Lebensstile (JR)
- Energiesystemtechnik (MUL)

Weiterentwicklung Erneuerbare und neue Erneuerbare

- Geothermie: Energienutzung und -speicherung (KFU)
- Thermische und hybride Energieversorgungstechnologien (AEE)
- Piezoelectric Energy Harvesting (JR)
- Green Photonics and Photovoltaic (JR)

Nutzer und Lebensstile

- Nachhaltige Energiesysteme und Lebensstile (JR)
- Nutzerintegration und Verhaltens(an)leitung (FHJ)
- Transformation des Energiesystems (KFU)

Volkswirtschaft und Politik

- Internationale Klimapolitik und -ökonomie (JR, KFU)

Integration Mobilität und neue Technologien

- Energieversorgung zukünftiger High-Tech-Technologien (FHJ)

Auswahl an steirischen Unternehmen

- [ANDRITZ AG](#)
- [Christof Industries GmbH](#)
- [Combustion Bay One](#)
- [doro Turbinen GmbH](#)
- [E2T – Efficient Energy Technology GmbH](#)
- [ELIN Motoren GmbH](#)
- [ERNEUERBARE ENERGIE – Ing. Leo Riebenbauer GmbH](#)
- [Frigopol Energieanlagen GmbH](#)
- [KWB Kraft und Wärme aus Biomasse](#)
- [meo Smart Home Energy GmbH](#)
- [nahwaerme.at Energiecontracting GmbH](#)
- [Midea Austria GmbH](#)
- [Pink GmbH](#)
- [PVP Photovoltaik GmbH](#)
- [S.O.L.I.D. Gesellschaft für Solarinstallation und Design mbH](#)
- [Samsung SDI Battery Systems](#)
- [Sattler Ceno TOP-TEX GmbH](#)
- [SFL technologies GmbH](#)
- [Energie Steiermark AG](#)
- [Energie Graz GmbH & Co KG](#)

4.2 Themenbaustein Resources & Materials

4.2.1 Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf

Abbildung 9: Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich Resources & Materials



Quelle: Darstellung GTRS.

Aufgrund des engen thematischen Zusammenhangs besteht über den ersten beiden genannten Subthemen **Kreislaufwirtschaft und Ressourcenrückgewinnung** sowie **Biobasierte Industrie & biogene Rohstoffe** eine Klammer, die die Bedeutung einer kombinierten Optimierung dieser zwei Subthemen verdeutlicht. Diese Optimierung umfasst eine kaskadische Nutzung, den Bereich Green Chemistry sowie den Bereich Eco-innovative Design.

Das Subthema **Kreislaufwirtschaft und Ressourcenrückgewinnung** enthält die Bereiche Abfall, Abwasser und Abluft. Der steirische Schwerpunkt liegt hier in der digitalen Abfallwirtschaft, in der urbanen Abfallwirtschaft (z. B. Urban Mining, Zero-Landfill-City), in Future Waste-Materialien (z. B. Elektromobilitätsbatterien, neue Verbundstoffe) und in neuen Indikatoren für die Nachhaltigkeitsbewertung von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen (über Stoffflüsse, Energieflüsse, Recyclingraten etc. hinaus). Es werden Vermeidungs-, Re-Use- und Recyclinglösungen gesucht, um letztlich weniger Masse zu bewegen, zu bearbeiten, zu erwärmen oder zu kühlen.

Unter **Biobasierte Industrie & biogene Rohstoffe** sind Forschungsrichtungen mit Fokus auf biobasierte Wirtschaft und Industrie, das Forschungsthema der grünen Photonik sowie organische PV/ICT und biobasierte Sensoren zusammengefasst. Darunter fallen auch Forschung, Innovationen und Entwicklungen in den Bereichen kompostierbare Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen, biobasierte Kunststoffe und Chemikalien sowie Ersatzbrennstoffe und Biotreibstoffe. Ein wichtiges Forschungsfeld stellt zudem die Erschließung neuer Proteinquellen dar. Hier gilt es, innovative Prozesse mit kaskadischer Nutzung, effiziente Verwertung von Kuppelprodukten sowie geschlossene Kreisläufe aufzusetzen.

Das Subthema **Wasser & Boden** ist ein sehr sensibler und auch öffentlichkeitswirksamer Bereich. Neben dem großen Thema der zukünftigen Wasserversorgung und -verteilung sind insbesondere Green Tech-Lösungen in Bezug auf industrielle Abwässer und die Rückgewinnung von Phosphor und Ammonium aus Klärschlamm und Deponiesickerwasser von Bedeutung. Auch die Frage nach einem effizienten Humusaufbau und das – gesellschaftlich sehr bedeutende – Thema der zukünftigen Landnutzung, Versiegelung und Nutzungskonkurrenz sind wesentliche Forschungsrichtungen im Bereich der Ressourcen.

Hinsichtlich der Wasserversorgung steht die effiziente Nutzung von (begrenzten) Wasserressourcen sowie die Sicherstellung der erforderlichen Wasserhygiene im Vordergrund.

In Bezug auf **Innovative Materialien & Oberflächen** liegt großes Forschungsinteresse im Bereich von Energiespeichermaterialien und Materialien zur Energieumwandlung, wobei zugleich eine enge Verwobenheit mit dem Themenbaustein *Energy Systems* deutlich wird. Die Weiterentwicklung von Materialien umfasst Kunststoffe & Verbundstoffe im Allgemeinen sowie die Weiterentwicklung neuer, aber bereits bestehender Ansätze im Speziellen, wie z. B. Dünnglasverfahren. Wichtig ist dabei als Forschungsrichtung das Thema der Oberflächenstrukturen und Membrane sowie das der Leichtbaumaterialien (die wiederum u. a. im Bereich Mobilität Anwendung finden).

4.2.2 Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark

Biobasierte Industrie und biogene Rohstoffe

- Advanced Materials Science (TUG)
- MUL/FHJ
- Nachhaltige Energiesysteme und Lebensstile (JR, KFU: SIS und Wegener Center)
- Kontinuierliche Reaktortechnologien für biobasierte Wertschöpfungsketten (AEE)

Wasser und Boden

- Prozessintensivierung im industriellen Wassermanagement und Ressourcenrückgewinnung (AEE)
- Siedlungswasser (TUG)
- JR-AquaConSol GmbH

Kreislaufwirtschaft und Ressourcenrückgewinnung

- Prozessintensivierung im industriellen Wassermanagement und Ressourcenrückgewinnung (AEE)

- Umweltökonomik (KFU, JR)
- Nachhaltige Rohstoffversorgung (MUL)
- Biorohstoffeinsatz in der Verfahrenstechnik-Produktion (MUL)
- Kreislaufwirtschaft (MUL)
- Nachhaltigkeitsbewertung (MUL)
- Nachhaltige Energiesysteme und Lebensstile (KFU, JR)
- Advanced Materials Science (TUG)
- Nachhaltiges Produktmanagement und Digitalisierung (KFU CD-Pilotlabor)
- Hochwertiger Einsatz von Sekundärrohstoffen im Bauwesen (FHJ)

Innovative Materialien und Oberflächen

- Advanced Materials Science (TUG)
- Materials (JR)
- Dünnglastechnologien für Anwendungen im Bauwesen (FHJ)
- Surface structures for low friction air, gas and liquid flow (JR)

Auswahl an steirischen Unternehmen

Kreislaufwirtschaft:

- [ANDRITZ AG](#)
- [ATM Recyclingsystems GmbH](#)
- [BDI BioEnergy International GmbH](#)
- [BINDER+CO AG](#)
- [Christof Industries GmbH \(AgriProtein\)](#)
- [KOMPTECH GmbH](#)
- [Mayer Recycling GmbH](#)
- [REDWAVE, a division of BT-Wolfgang Binder GmbH](#)
- [Saubermacher Dienstleistungs AG](#)
- [VPZ Verpackungszentrum GmbH](#)

Wasser:

- [JR-AquaConSol GmbH](#)
- [pro aqua Diamantelektroden Produktion GmbH](#)
- [fluvicon GmbH](#)
- [Röhren- und Pumpenwerk Bauer](#)
- [ferroDECONT GmbH](#)
- [RM Umweltkonsulenten ZT GmbH](#)
- [SPIN Tec GmbH + Spitzer GesmbH](#)
- [A. Rauch GmbH](#)
- [Rotreat Abwasserreinigung GmbH](#)

4.3 Themenbaustein Mobility

Der Themenbaustein *Mobility* weist insbesondere Verbindungen zur Dimension der Raumordnung im Themenbaustein *Building & Spatial Systems* sowie zum Querschnittsthema *Digital* auf. Zusätzlich bestehen Interaktionen mit den Themenbausteinen *Energy Systems* (v. a. im Bereich der Elektromobilität) und *Materials* (z. B. im Bereich Leichtbau). Aus sozialer und gesellschaftlicher Perspektive ist zu berücksichtigen, dass die definierten Subthemen und Forschungsfragen des Themenbausteins *Mobility* stark mit der Frage nach der Annahme neuer Technologien und Systeme, die durch Mobilität den Alltag von Menschen beeinflussen, zusammenhängen.

4.3.1 Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf

Abbildung 10: Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich Mobility



Quelle: Darstellung GTRS.

Der Themenbaustein *Mobility* wird durch fünf Subthemen charakterisiert, wobei auch hier Wert auf Themenoffenheit gelegt wird. Eine Klammer wird um drei Subthemen gesetzt: automatisiertes Fahren, neue Antriebe und Fahrzeugkonstruktion sowie E-Mobility und Komponenten. Diese sind unter dem Überbegriff *Innovative Fahrzeuge* geclustert, was einen intensiven Fokus auf den Bereich Fahrzeugbau und -technologie bedeutet. Dazu ergänzen die Subthemen *Mobilitätsverhalten* sowie *Verkehrsplanung und Verkehrssysteme* mit der Systemsicht die reine Betrachtung der Fahrzeugtechnologie.

Im Vordergrund des Subthemas **Automatisiertes Fahren** steht die Entwicklung von autonomen Fahrzeugen, wobei sowohl die technische Komponente als auch die Modellierung gemeint ist. Forschungsfragen im Bereich der Kommunikation und der Connected Mobility stehen damit in einem wichtigen Zusammenhang. Eine Bearbeitung dieser Punkte wirft parallel Forschungsfragen im Bereich Digitalisierung und Sensorik auf. Begleitet werden diese Forschungsschwerpunkte von Fragen zu Sicherheitsaspekten von autonomen Fahrzeugen.

Das Subthema **Neue Antriebe und Fahrzeugkonstruktion** umfasst neben innovativen Antriebssystemen (wie z. B. Hybridantriebe, Großmotoren) auch Entwicklungen zum Einsatz von Alternativenergien sowie die Entwicklung von Treibstoff-Surrogaten. Forschungspotenzial wird in diesem Zusammenhang auch bei den Themen Eco-innovative Design und Leichtbau verortet, wobei der Themenbaustein *Mobility* eine enge Schnittmenge mit dem Themenbaustein *Resources & Materials* aufweist.

Unter diesen Themenbaustein fällt auch die Weiterentwicklung der **E-Mobility und Komponenten**. Ergänzende Forschungsfragen ergeben sich in diesem Zusammenhang in Bezug auf innovative Ladesysteme und Ladeinfrastruktur sowie hinsichtlich Recyclingverfahren für E-Mobility-Speichersysteme (z. B. Li-Ionen-Batterien).

Die Systemsicht des Themenbausteins *Mobility* umfasst einerseits das Subthema **Mobilitätsverhalten**, das sich mit Fragen zu Nutzerinnen und Nutzern auf individueller Ebene befasst. Forschungsrichtungen in diesem Bereich betreffen etwa die Entwicklung einer nutzungsgerechten Adaption des Verkehrssystems sowie die von Nutzungsmustern von bestehenden Systemen. Forschungspotenzial wird ebenfalls in Bezug auf das Nutzungsverhalten unterschiedlicher Personengruppen gesehen (z. B. die wachsende Gruppe der Golden Agers). Einen aktuell noch eher gering beforschten Sachverhalt stellen Fragen zu den Kategorien Walkability und Bikeability dar, die beide vor allem im urbanen Raum wesentlich für ein nachhaltiges Mobilitätssystem sind.

Ein weiterer Faktor der Systemsicht ist das Subthema **Verkehrsplanung und Verkehrssysteme**. Dieses umfasst neben der Frage nach der Integration innovativer Mobilitätssysteme und deren Wechselwirkung auch das Thema der Anpassung von Infrastruktur nach Konzepten für eine zukünftige Stadtlogistik und neue (urbane) Mobilitätsräume. Wichtige Forschungsbereiche sind zudem zukünftige Konzepte für Sharing und Multimodalität, wobei die Aspekte Nutzungsverhalten und -akzeptanz wesentliche integrale Bestandteile darstellen. Ein enger Konnex zum Themenbaustein *Building & Spatial Systems* ist bei Fragen nach Mobilität als Gestaltungsdimension für eine nachhaltige räumliche Entwicklung bzw. Raumplanung ersichtlich.

4.3.2 Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark

Innovative Fahrzeuge

- Mobility & Production (TUG)
- Kompetenzzentrum - Das virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH

Automatisiertes Fahren

- Intelligente Mobilitätssysteme (FHJ)
- Kompetenzzentrum - Das virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH

E-Mobility und Komponenten

- Mobility & Production (TUG)
- Recycling von Lithium-Ionen-Akkus (MUL)
- Energieeffiziente Leistungselektronik (FHJ)

Verkehrsplanung /Verkehrssysteme

- Intelligente Mobilitätssysteme (FHJ)
- Urban Living Lab (JR)
- Räumliche Energieplanung (AEE, KFU)

Mobilitätsverhalten

- Nutzerverhalten, Nutzungsmuster und Adaption des Verkehrssystems (KFU, FHJ)

Auswahl an steirischen Unternehmen

- [DiniTech GmbH](#)
- [meo Smart Home Energy GmbH](#)
- [Volterio](#)
- [Samsung SDI Battery Systems](#)
- [SFL technologies GmbH](#)
- [gpunkt GmbH](#)
- [ATT advanced thermal technologies GmbH](#)
- [Forschungsgesellschaft Mobilität – Austrian Mobility Research FGM-AMOR gemeinnützige GmbH](#)
- [Bike Citizens – BikeCityGuide Apps GmbH](#)

4.4 Themenbaustein Building & Spatial Systems

Der Themenbaustein *Building & Spatial Systems* führt viele Aspekte des Bereichs Bauen zusammen. Neben dem Gebäude an sich steht auch die technische Ausstattungskomponente (Haustechnik) sowie die räumliche Dimension zwischen den Gebäuden im Fokus des GTRS Science Plans. Besonders große Schnittmengen bestehen neben dem Querschnittsthema *Digital* v. a. mit den Themenbausteinen *Mobility* und *Energy Systems*. Energierrelevante Fragestellungen auf übergeordneter Ebene, wie z. B. zu Quartieren und Netzen, werden in den Themenbaustein *Building & Spatial Systems* integriert. Forschungsaspekte, die allein den Bereich Energie betreffen, werden unter *Energy Systems* betrachtet.

4.4.1 Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf

Abbildung 11: Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich Building & Spatial Systems



Quelle: Darstellung GTRS.

Beim Subthema *Integrated Building* steht das Gebäude an sich im Mittelpunkt, im Sinne von Design – Konstruktion – Technik – Wechselwirkungen (z. B. von Fassade und Gebäude). Effiziente Gebäude als „Green Buildings“ und deren Integration in das Energiesystem stellen dabei ein Gesamtkonzept dar. Themenübergreifende Forschungsfragen ergeben sich zudem aus den Bereichen Energieeffizienz von Verbund-Haustechniksystemen sowie Eigenverbrauchsoptimierung. Wichtige Bauweisen sind in diesem Zusammenhang Niedrigenergiegebäude, Passivhäuser und Holzbau. Vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels gewinnt die F&E in Richtung Hitzeanpassung und Kühltechnologien immer mehr an Bedeutung.

Die Frage nach einer nachhaltigen Stadt- und Regionalentwicklung steht im Zentrum des Subthemas **Quartiere, Raumplanung und Regionalentwicklung**, wobei hier Raumplanung und Integration von Wohnen und Mobilität wesentliche Forschungsrichtungen darstellen. Im Bereich Mobilität ist die transitorientierte Entwicklung mitzudenken. Eine wichtige Vernetzung besteht auch bei Forschungsthemen zu Netzen im Zusammenhang mit Quartieren wie bspw. in Form von Plus-Energie-Quartieren.

Das definierte Subthema **Nachhaltige Werkstoffe und Bausysteme** umfasst als detailliertere Forschungsrichtungen neben effizienten und nachhaltigen Bausystemen zur Ressourcenschonung auch die lebenszyklusorientierte Gebäudeplanung inklusive Restmassen und Recycling (LCC, LCA). Ressourcenschonung verlangt natürlich den Einsatz nachhaltiger Materialien (z. B. Holz, Dünnglas, Recyclingbaustoffe) aus nachhaltigen Prozessen (z. B. Baurestmassenaufbereitungsanlagen) sowie die Beachtung der Trennbarkeit von Materialien und deren tatsächliche Trennung am Ende der Lebensdauer. Neue Schritte werden aktuell bereits in Richtung innovative Wand- und Dachsysteme sowie Gebäudebegrünung gesetzt, wobei die Erarbeitung dieser Konzepte intensiviert und fortgeführt werden soll.

Zusätzlich zur allgemeinen gesamtgesellschaftlichen Sichtweise wird die **Gestaltung und Integration von Nutzerinnen und Nutzern** als explizites nutzungsorientiertes Subthema definiert. Dieses umfasst die nutzungsorientierte Gestaltung von Haustechnik- und Informationssystemen, die Modellierung und Simulation von Gebäuden hinsichtlich des Nutzungsverhaltens sowie mögliche Low-Tech-Ansätze.

Die **Digitalisierung des Bauwesens** wird zusätzlich zum Querschnittsgedanken auch als dominantes Subthema im GTRS Science Plan dargestellt, v. a. in Anbetracht der vielfältigen Tätigkeiten, die in der Steiermark in diesem Bereich bereits stattfinden. Die Digitalisierung umfasst dabei u. a. Aktivitäten in den Bereichen Building Integrated Modeling (BIM), Augmented/Mixed Reality sowie digitale Bewilligungsverfahren. Wesentliche Forschungsrichtungen betreffen in diesem Zusammenhang auch Fragen hinsichtlich Vorfertigung, Modularisierung, Robotik und 3D-Druck im Bauwesen (Gebäudeteile bis zu ganzen Gebäuden). Unterstützt wird dies durch verbesserte Methoden im Bereich Echtzeitdatenerfassung als Grundlage für digitales Bauen bzw. zur Qualitätssicherung. Forschungsfragen ergeben sich auch zu Interoperabilität von Softwarelösungen und Bauwerksmodellen.

4.4.2 Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark

Gestaltung und Nutzerintegration

- Urban Living Lab (JR)
- Sustainable Systems: Nachhaltiges Bauen (TUG)
- Integrierte Stadt- und Regionalentwicklung (FHJ, KFU)

Nachhaltige Werkstoffe und Bausysteme

- Optimierung von Gebäuden im Lebenszyklus (FHJ)
- Ressourcenschonung im Städtebau (FHJ)
- Nachhaltige Revitalisierung von Bestandsgebäuden (FHJ)
- Sustainable Systems: Nachhaltiges Bauen (TUG)

- Multifunktionale Gebäudehüllen und Systeme (AEE)
- Recyclingbaustoffe und Anlagen zu deren Produktion (MUL)

Quartiere, Raumplanung und Regionalentwicklung

- Ressourcenschonung im Städtebau (FHJ)
- Sustainable Systems: Smart Cities and Regions (TUG)
- Urban Living Lab (JR)
- Raumplanung und Integration von Wohnen und Mobilität (KFU)
- Nachhaltige Stadt- und Regionalentwicklung (KFU)
- Energiesystemanalysen sowie netzgebundene Energieversorgung von Siedlungen, Stadtteilen und Städten – inkl. räumlicher Energieplanung (AEE)

Holistische Gebäudekonzepte (Integrated Building)

- Urban Living Lab (JR)
- „Energie-Flexibilität“ in Gebäuden (AEE)
- Multifunktionale Gebäudehüllen und Systeme (AEE)

Digitalisierung des Bauwesens

- Sustainable Systems: Digitales und automatisiertes Bauen (TUG)
- Steigerung der Energieeffizienz durch den Einsatz digitaler Systeme in der Nutzungsphase von Gebäuden (FHJ)

Auswahl an steirischen Unternehmen

- [SFL technologies GmbH](#)
- [XAL GmbH](#)
- [PVP Photovoltaik GmbH](#)
- [WINTERFACE GmbH](#)
- [DiniTech GmbH](#)
- [DI Markus Pernthaler Architekt ZT GmbH](#)
- [EcoCan GmbH](#)
- [IB STENGG GMBH](#)
- [Haas Fertigbau Holzbauwerk GesmbH & Co KG](#)
- [TBH Ingenieur GmbH](#)
- [ODÖRFER HAUSTECHNIK](#)
- [e² engineering GmbH](#)
- [Rettig Austria GmbH](#)
- [Lieb Bau Weiz GmbH & Co KG](#)
- [Siemens AG Österreich Gebäudetechnik](#)
- [LEVION Technologies GmbH](#)

4.5 Themenbaustein Agriculture & Food

Der Bereich Agriculture & Food umfasst unterschiedliche Themengebiete wie bspw. Nachhaltigkeit, Wasserwirtschaft, dezentrale Produktion, Logistik, Energieeffizienz oder neue Proteinquellen. Eine sehr große Schnittmenge bezüglich Auswirkungen, Anpassungsmaßnahmen etc. besteht zum Themenbaustein *Climate Change*. Es gibt zudem hinsichtlich Bereitstellungskomponenten einen engen Zusammenhang mit dem Bereich *Resources & Materials*.

4.5.1 Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf

Abbildung 12: Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich Agriculture & Food



Quelle: Darstellung GTRS.

Zum Themenbaustein Agriculture & Food wurden insgesamt vier Subthemen mit einer indikativen Liste von Schwerpunktthemen und wesentlichen Forschungsrichtungen identifiziert. Zusätzlich zur Querschnittsebene wird der Bereich *Digital* auch als eigenes Subthema behandelt; dies gilt ebenso für die Digitalisierung der landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette.

Als Teil des Subthemas **Risikomanagement in der Landwirtschaft** wurde bspw. der Pflanzenbau im Klimawandel festgelegt, der zur zukünftigen Klimarobustheit der Landwirtschaft beitragen soll. Dies umfasst u. a. mögliche Verschiebungen von Anbaugebieten heimischer Kulturen sowie alternative Arten und angepasste Sorten. Ein weiterer Aspekt der Klimarobustheit besteht in der Frage nach dem optimierten Umgang mit Extremwetterereignissen in der Landwirtschaft. Dazu braucht es konkrete und belastbare Abschätzungen

von zukünftigen Entwicklungen hinsichtlich Dürre und Spätfrost, die zielgerichtete Risiko- und Investitionsbewertungen ermöglichen. Es bedarf nicht nur eines Risikomanagements hinsichtlich der klimatischen Extremeregebnisse, sondern auch eines Umdenkens bezüglich der angebauten Kulturen. Der Stickstoff- und Phosphorkreislauf wird aufgrund der zunehmenden Knappheit von Nährstoffen für die landwirtschaftlichen Betriebe in Zukunft ein großes Thema darstellen: Fragestellungen zu Möglichkeiten der Wiedergewinnung sowie Kreislaufschließung stehen hier im Vordergrund. Die im Zuge des Klimawandels steigende Zahl an Neophyten und invasiven Arten, durch die heimische Arten teilweise verdrängt werden, stellt eine Herausforderung dar, wobei einerseits nach protektiven (neben dem Verbot der Domestizierung) und andererseits nach adaptiven Lösungen (Nutzbarmachung, Chancen) zu suchen ist. Die Frage nach zukünftigen technologischen Lösungen bezogen auf das Wasserdargebot sowie den Wasserbedarf in der Steiermark ist für die Landwirtschaft und die Sicherung der regionalen Produktion von großer Bedeutung. In dieser Hinsicht sind zudem steigende Anforderungen an die Wasserhygiene zu berücksichtigen (bspw. Bewässerung und Befuchtung).

Das Subthema **Nachhaltige Lebensmittelsysteme und -technologien** stellt zugleich eine eigene Forschungsrichtung dar, wobei u. a. energieeffiziente Produktionssysteme sowie eine dezentrale Produktion eine große Rolle spielen. Das Subthema umfasst weiters die integrierte Betrachtung des Lebensmittelsystems vom Rohstoff zum Konsum, was neben einem nachhaltigen Lebensmittelmanagement (Brücke Lebensmittel – Landwirtschaft – Prozessintegration) auch neue Märkte sowie ein neues Consumer-Verhalten einschließt. In Hinblick auf die nachhaltige Nutzung von Rohstoffen gilt es auch, die Landwirte oder Verarbeiter darin zu unterstützen, Abfall- oder Nebenprodukte aus der Verarbeitung der Rohstoffe nachhaltig verarbeiten zu können. Die Erforschung und Entwicklung nachhaltiger Proteinquellen als (teilweiser) Ersatz des traditionell hohen Fleischkonsums soll die Änderung hin zu einem nachhaltigeren Lebensstil fördern. Neben den vorhandenen entsprechenden Nahrungsmitteln (Käferbohne etc.) sollten auch neue alternative Proteinquellen verstärkt beforscht werden (Insekten etc.). Zudem fehlt es aktuell an ausreichend ausgereiften Anbaumethoden, Vertriebsmethoden, an Produktentwicklung etc. Eng mit diesen Themen verbunden ist die Frage nach Möglichkeiten zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen (Food Waste). Rückkoppelungen auf die Landwirtschaft bestehen vor allem dahingehend, dass bspw. die Produktion höher als tatsächlich benötigt ist. Der aktuelle Trend zur ständigen Verfügbarkeit von Lebensmitteln (z. B. frisches Gebäck, Gemüse außerhalb der Saison) ist auch aus sozioökonomischer Perspektive hoch relevant und verursacht zudem auch für nicht-landwirtschaftliche Unternehmen im Lebensmittelhandel erhebliche Kosten (Erzeugung, Entsorgung). Die urbane Landwirtschaft (Urban Gardening, Urban Agriculture) ist im Vergleich zur biologischen Landwirtschaft ein junger Trend, der aktuell jedoch immer mehr Interesse hervorruft. Diesen beiden Bereichen sind sowohl separat als auch in Kombination wesentliche Forschungsrichtungen gewidmet, die sich etwa mit der Bereitstellung von Düngemitteln, Rekultivierungsmaterialien und Bodenverbessern durch die Kreislaufwirtschaft beschäftigen.

In das Subthema **Biomassebereitstellung für Biobased Industries** fallen sowohl Fragestellungen und Entwicklungspotenziale im Bereich der Biotreibstoffe, Bioraffinerien und Biokatalyse (als neuer Methode zur Herstellung von Ressourcen/Naturstoffen) als auch die umfassende Frage der Biomassebereitstellung für Energiesysteme und damit zusammenhängende neue Prozessketten. Eng damit in Verbindung steht die Frage nach der Schaffung ausreichender Speicherkapazitäten, vor allem in Bezug auf die Gewinnung von Energie aus Biomasse. Die (weitere) Verringerung der Emissionsintensität ist ein Ziel, auf das durch vermehrte F&E hingearbeitet werden soll. Eine wesentliche Ausgangsbasis für Spitzenforschung in diesem Bereich ist die molekulare Enzymologie und Physiologie, die in der Steiermark bereits eine wichtige Forschungsrichtung darstellt.

Zwischen den Subthemen *Nachhaltige Lebensmittelsysteme und -technologien* und *Biomassebereitstellung für Biobased Industries* besteht aufgrund des Aspektes der Anbaukonkurrenz eine enge Verknüpfung. Es stellt sich dabei die Frage, wie weit Biomassebereitstellung gehen kann, ohne die Lebensmittelbereitstellung zu beeinträchtigen bzw. was die Landwirtschaft im Bereich Ressourcenbereitstellung leisten kann, und wo sich Problembereiche ergeben.

Mit der **Digitalisierung der landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette** hat die Querschnittsebene *Digital* ein explizites Subthema im Themenbaustein. Dieses Subthema umfasst den Bereich der Sensorik und Automatisierung, insbesondere mit Blick auf Entwicklungen im land- und forstwirtschaftlichen Maschinenbau. Hier haben neben Drohnen zum Zweck der Kontrolle von bspw. schwer zugänglichen Flächen auch selbstfahrende Maschinen sowie neue Erntemaschinen, etwa für neue Mischkulturen, ein großes Entwicklungspotenzial. Einen wichtigen Bereich stellt auch die Datenorientierung in der Landwirtschaft dar, die in anderen Ländern (z. B. Dänemark) bereits intensiv verfolgt wird und zur Effizienzsteigerung etc. beitragen kann.

Die Sozialforschung knüpft mit unterschiedlichen Fragen an die Dimensionen des Themenbausteins an, sei es bei der Awareness im Bereich Food Waste, bei der Lebensstiländerung hin zu weniger Fleischkonsum oder beim gesellschaftlichen Konflikt zwischen Landwirtschaft und Privathaushalten („Man will zwar den Bauernhof, aber nicht vor der eigenen Haustüre“ etc.). Die Kooperation von Konsumentinnen und Konsumenten sowie von Produzentinnen und Produzenten ist auch ein wichtiger Aspekt des Risikomanagements in der Landwirtschaft, damit z. B. im Falle von Ernteaussfällen die Belastung nicht allein bei den landwirtschaftlichen Betrieben liegt.

4.5.2 Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark

Risikomanagement in der Landwirtschaft

- Wasserressourcen (KFU)
- Klimawandelanpassung (KFU)
- Wetter- und Klimarisikomanagement (JR)
- Kulturanpassung an neue Klimaverhältnisse, Qualitätsaspekte (TUG)

Biomassebereitstellung für Biobased Industries

- Enzymatische/biokatalytische Umsetzungen (KFU)
- Kontinuierliche Reaktortechnologien für biobasierte Wertschöpfungsketten (AEE)

Nachhaltige Lebensmittelsysteme und -technologien

- Lebensmittel-, Produkt- und Prozessentwicklung (FHJ)
- Nachhaltige Lebensmittelsysteme (FHJ)
- Forschungsschwerpunkt Sustainable Protein (FHJ)
- Kompostierung, Mikroplastikeinträge und Rekultivierungsmaterialien (MUL)
- Nachhaltige Produktions- und Konsumsysteme (KFU, FHJ)
- Kontinuierliche Reaktortechnologien für Lebensmittelprozesse (AEE)
- Resilienz der Landwirtschaft im Kontext des Klimawandels (TUG)

Auswahl an steirischen Unternehmen

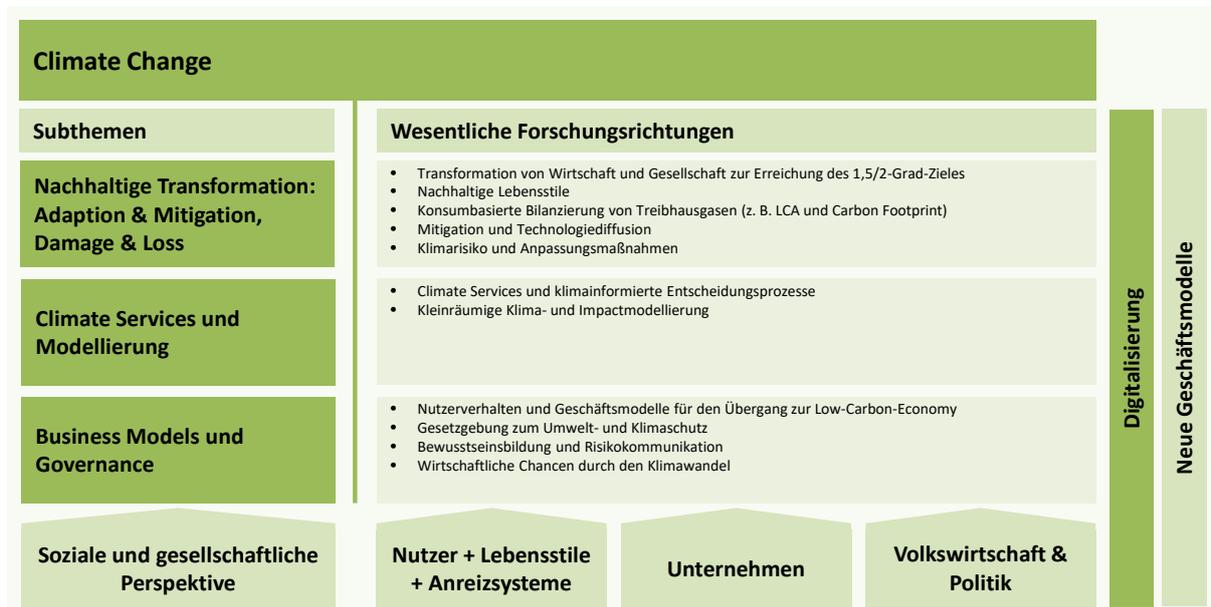
- [smaXtec animal care GmbH](#)
- [Christoph Industries GmbH \(AgriProtein\)](#)
- [Pessl Instruments GmbH](#)
- [BDI-BioLife Science GmbH](#)
- [SFL Technologies GmbH](#)
- [Röhren- und Pumpenwerk Bauer](#)
- [pro aqua Diamantelektroden Produktion GmbH](#)
- [VPZ Verpackungszentrum GmbH](#)
- [STERTZ - Steirische Ernährungs- und Technologiezentrum GmbH](#)
- [A. Rauch GmbH](#)

4.6 Themenbaustein Climate Change

Der Themenbaustein *Climate Change* nimmt im GTRS Science Plan eine Sonderstellung ein und ist als inhaltliches Querschnittsthema zu sehen. Der Klimawandel hat als Bereich, auf den sich die grünen Innovationen auswirken, übergeordneten Charakter. Die Klimawandelforschung stellt dabei ein eigenes Handlungsfeld dar. Als Querschnittsthema weist der Themenbaustein deutliche Verknüpfungen zu sämtlichen anderen Themenbausteinen auf.

4.6.1 Identifizierung Entwicklungsrichtung und konkreter Forschungsbedarf

Abbildung 13: Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich Climate Change



Quelle: Darstellung GTRS.

Zum Themenbaustein Climate Change wurden drei Subthemen identifiziert, für die wesentliche Forschungsrichtungen festgestellt wurden.

Das Subthema **Nachhaltige Transformation: Adaption & Mitigation, Damage & Loss** umfasst in erster Linie die Beforschung der Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft zur Beschränkung der globalen Erwärmung, die deutlich unter 2 Grad Celsius bzw. möglichst bei 1,5 Grad Celsius (Paris Agreement) liegen soll, sowie die Analyse einer den neuen klimatischen Verhältnissen gegenüber robust angepassten Wirtschaft. In weiterer Folge sind in diesem Bereich auch die Entwicklung und die Begleitforschung nachhaltiger Lebensstile und die Frage, wie diese in der Steiermark angeregt und umgesetzt werden könnten, relevant. Auf gesellschaftlicher Ebene bezieht sich dieser Themenkomplex u. a. auf die Bereiche nachhaltige Mobilitätsdienstleistungen, Bewusstseinsbildung, Interventionen in der persönlichen Mobilität etc. Für die Wirtschaft sind hingegen bspw. neue Antriebstechnologien, Umweltschutz, Emissionsminderung etc. von Bedeutung. Zudem stellt die Weiterentwicklung der sogenannten konsumbasierten Bilanzierung von Treibhausgasen

(z. B. Lebenszyklusanalyse und Carbon Footprint), die als wichtiger Indikator für die Bewertung von Lebensstilen gilt, einen wesentlichen Forschungsbereich dar. Neben den Fragen zur Klimawandelmitigation ist auch das Problem der Technologiediffusion von Belang: Wie diffundiert eine Technologie, welche Kriterien bestehen in diesem Zusammenhang? Wichtig ist zudem ein vermehrtes Wissen zu den bestehenden und zukünftigen Klimarisiken sowie zu den möglichen Anpassungsmaßnahmen, wofür tragfähige Prognosen (bzgl. Vegetationsperioden, Wasserverfügbarkeit, Frost) entscheidend sind. Diese ermöglichen eine verbesserte Abschätzung sowohl der Risiken (wie u. a. Veränderungen des Hochwasserrisikos) als auch der Erträge der landwirtschaftlichen Kulturen und ggf. der Erträge aus Wasser- und Windkraftwerken.

Mit **Climate Service und Modellierung** wird die Service-Komponente der Klimaforschung adressiert. Dabei geht es auch darum, mittels kleinräumiger Klima- und Impactmodellierung möglichst einfach anwendbare Tools zu entwickeln, um die Ergebnisse der Klimaforschung in die Anwendung zu übertragen und in klimainformierte Entscheidungsprozesse zu übersetzen. Neben Klima-Services sind auch ausgereifte Wetter-Services im Sinne eines Prospective Demand Side Managements für lokale Unternehmen von großer Bedeutung. Dies trifft insbesondere im Bereich der Landwirtschaft zu (Niederschläge, Spätfrostereignisse, Qualitätsparameter von Lebensmitteln etc.).

Das Subthema **Business Models and Governance** befasst sich u. a. mit Fragen bezüglich umweltrelevanter Gesetzgebung mit Klimawandelbezug wie bspw. Raumplanung, Gestaltung von CO₂-Märkten und Standards oder natur- und rechtswissenschaftlichen Grundlagen für Klimaklagen. In diesen Bereich fällt auch die Entwicklung einer breiten Bewusstseinsbildung sowie einer entsprechenden Risikokommunikation. Neue Geschäftsmodelle nutzen zudem wirtschaftliche Chancen, die durch den Klimawandel entstehen können. Weiteres Forschungspotenzial besteht dabei hinsichtlich des Verhaltens der Nutzerinnen und Nutzer sowie bezüglich Geschäftsmodellen für den Übergang zur Low-Carbon-Economy.

Insgesamt können die Subthemen auch integrativer betrachtet werden, da es bei Fragestellungen z. B. möglich ist, sie im Rahmen des Subthemas **Nachhaltige Transformation** zunächst grundlagenorientiert zu befor-schen, um dann in einem weiteren Schritt im Rahmen der anderen beiden Subthemen aus den vorangegan-genen Ergebnissen Services/Business-Modelle zu generieren.

4.6.2 Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark

Sustainable Transformation: Adaptation & Mitigation, Damage & Loss

- Climate Change and Sustainable Transformation (KFU)
- Wasserressourcen und Klimawandelanpassung (KFU)
- Internationale Klimapolitik und -ökonomie (JR, KFU)
- Nachhaltige Energiesysteme und Lebensstile (JR, KFU)
- Wetter- und Klimarisikomanagement (JR)
- Damage Competence Center (steirische Partner: TUG, JR)

Climate Services und Modellierung

- Nachhaltige Energiesysteme und Lebensstile (KFU, JR)
- Wetter- und Klimarisikomanagement (JR)
- Climate Services und klimainformierte Entscheidungsprozesse (KFU)

Business Models and Governance

- Internationale Klimapolitik und -ökonomie (JR, KFU)
- Nachhaltige Geschäftsmodelle (KFU)

Auswahl an steirischen Unternehmen

- [akaryon GmbH](#)

4.7 Themenbaustein Digital

Das Querschnittsthema *Digital* weist ebenfalls einen übergeordneten Charakter auf und kann gleichzeitig als Treiber, Forschungsthema und Handlungsfeld angesehen werden. Es wird aber nicht als ausgeprägtes solitäres Green Tech-Forschungsfeld definiert. Insbesondere der Bereich Digitalisierung hat sich in den letzten Jahren als Enabler für viele andere Themenbereiche herausgestellt, der einer integrativen Vernetzung bedarf. Für den GTRS Science Plan bildet *Digital* somit ein **Rahmenelement für die anderen Themenbausteine**, da das Thema eine zentrale Herausforderung über alle Themenfelder hinweg und damit ein methodisches Querschnittsthema für den GTRS Science Plan darstellt.

Thematische Stärkefelder als Potenziale zur Anknüpfung in der Steiermark bestehen u. a. in den Studienrichtungen Internettechnik, Mobile Software Development, Software Design, Elektronik und Computer Engineering der FH JOANNEUM (Departments Angewandte Informatik und Engineering) sowie in den Forschungsbereichen des Instituts DIGITAL der JOANNEUM RESEARCH.

Auswahl an steirischen Unternehmen

- [t-matix solutions gmbh](#)
- [Invenium Data Insights GmbH](#)
- [Uptime Engineering](#)
- [COSMO CONSULT GmbH](#)
- [Axtesys OG](#)
- [netconnect – Visual Energy Flow](#)
- [LEFTSHIFT ONE Software GmbH](#)

5 Vorschläge für standortrelevante Green Tech-Leitprojekte für die Steiermark

Ein weiteres Ziel des GTRS Science Plans ist der Beitrag zur Standortentwicklung und -stärkung der Steiermark durch übergeordnete Leitprojekte. Diese wurden von den Expertinnen und Experten der operativen Ebene entwickelt, wobei die Fragestellungen wichtige Themen in der Steiermark behandeln und einen ausgeprägten interdisziplinären Charakter aufweisen. Es ist eine breite Einbindung der einzelnen wissenschaftlichen Partner geplant, zugleich wird die Einbeziehung von Unternehmen in die Projektbearbeitung angestrebt.

Insgesamt wurden sechs Leitprojekte mit jeweiliger inhaltlicher Ausrichtung konzipiert:

- Leitprojekt A: Energietransition in der Steiermark
- Leitprojekt B: Steirische Rohstoffe und Wertschöpfungsketten
- Leitprojekt C: Mehr WISSEN
- Leitprojekt D: Masterplan Mobilität Steiermark
- Leitprojekt E: Steirische Landwirtschaft im Klimawandel
- Leitprojekt F: Digitale Kreislaufwirtschaft

Die Leitprojekte sind als Vorschläge des Forschungsverbundes zur Bearbeitung von relevanten gesellschaftlichen Fragestellungen, die von der Politik aufgegriffen werden können, zu verstehen. Die Finanzierung und in weiterer Folge die Umsetzung von einem oder mehreren dieser Leitprojekte sind nach gegebenen Möglichkeiten in der Umsetzungsperiode der Forschungsagenda zu prüfen.

5.1 Leitprojekt A: Energietransition in der Steiermark

Leitprojekt	Energietransition in der Steiermark
<p>Inhalt</p>	<p>Dieses Leitprojekt zur Energietransition in der Steiermark ist als Fortführung des Projektes DEZENT (Leuchtturm Smarte Lebenswelten) und in Ergänzung zu den Energievorzeigeregionen in der Steiermark konzipiert. Die Ergebnisse von DEZENT haben gezeigt, dass Energiesysteme dezentraler gestaltet werden müssen und dabei die Sektorenkopplung berücksichtigt werden muss, um regionale Potenziale zu heben und den Umbau in Richtung eines nachhaltigen Energiesystems zu ermöglichen. Im Rahmen eines interdisziplinären Leitprojektes mit Fokus auf die Steiermark ist einerseits zu prüfen, wo die Bottlenecks bzw. Barrieren für die Umsetzung (Wodurch wird die Energietransition verhindert? Wie kann sie beschleunigt werden?) – bezogen auf die Technologie (korrekte Implementierung in das steirische Energiesystem) sowie bezogen auf die Unternehmen, die Nutzerinnen und Nutzer und die Gesellschaft im Allgemeinen – liegen. Andererseits muss erforscht werden, welche Strategien und Maßnahmen es zu deren Überwindung sowie zur Verbesserung der Technologiediffusion braucht.</p> <p>Im Bereich der Energietransition sind zudem für das Gesamtsystem übergeordnete Forschungsfragen zu Nachhaltigkeit, Umsetzbarkeit, Systemintegration und sozioökonomischen Auswirkungen zu lösen, die heute gestellt werden: Wo will man Energie einkoppeln? Wo will man importieren, wo exportieren? Auf welche Weise kann die Einbindung steirischer Technologien (z. B. Big Solar), verbunden mit der Markt- und Nutzungsperspektive, vorstattengehen? Welche sozioökonomischen Auswirkungen sind damit verbunden? Die Idee dieses Leitprojektes besteht in der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle für eine <i>sustainable transformation</i> und ebenso in der Thematik des zugehörigen rechtlichen Rahmens.</p> <p>Die Energievorzeigeregionen können als ergänzendes Umsetzungsinstrument dienen bzw. kann das Projekt als Ergänzung zu den Vorzeigeregionen Energie gesehen werden, da in deren Rahmen nicht alle Aspekte adressiert werden können. Das vorgeschlagene Leitprojekt fokussiert vielmehr auf die verbleibenden „weißen Flecken“ in der Forschungslandschaft.</p>
<p>Mehrwert und Wirkung</p>	<p>In Ergänzung zu den Energievorzeigeregionen, die als Projektcluster punktuelle Lösungsansätze und Demonstratoren umsetzen, zielt das vorgeschlagene Leitprojekt auf eine umfassende Analyse der steirischen Energietransition ab. Das Ergebnis des Projektes kann bspw. einen Masterplan zur Energiezukunft der Steiermark darstellen, der technologische, ökonomische, gesellschaftliche und ökologische Perspektiven vereint. Um eine integrierte Sichtweise zu gewährleisten, ist eine interdisziplinäre Bearbeitung notwendig, die durch den Forschungsverbund abgedeckt werden kann.</p>
<p>Zielgruppen/ Kunden/User</p>	<p>Politik, Nutzerinnen und Nutzer, Unternehmen (Energiewirtschaft)</p>

5.2 Leitprojekt B: Steirische Rohstoffe und Wertschöpfungsketten

Leitprojekt	Steirische Rohstoffe und Wertschöpfungsketten
<p>Inhalt</p>	<p>Im Zentrum des möglichen Leitprojektes stehen vor dem Hintergrund der EU-Rahmenstrategie zur Green Economy (grünes Wirtschaftswachstum) das Mapping der regionalen Stoffkreisläufe und die Konkretisierung der aktuellen Verwendung von Rohstoffen in der Steiermark, im Sinne einer über die bisherigen Stoffflussanalysen hinausgehenden Input-Output-Analyse. Es soll demgemäß untersucht werden, wo noch ungenutzte Rohstoffe bzw. Sekundärrohstoffe gewonnen werden können und vor allem welche Primär- und Sekundärrohstoffe der steirischen Wirtschaft zukünftig zu Verfügung stehen. Für Holz als einen der wichtigsten nachwachsenden steirischen Rohstoffe könnte ein Holzflussbild erstellt werden. Zur vorausschauenden Betrachtung können Foresight-Methoden eingesetzt werden, die zukünftige Stoffflüsse aufzeigen und neue potenzielle Wertschöpfungsketten offenlegen. Die vorhandenen Umweltschutzberichte zu Abfall und Stoffflüssen des Landes Steiermark können dabei als Ausgangspunkt genutzt werden.</p> <p>Im Zuge des Projekts sollen vorhandene Rohstoffströme analysiert sowie Umwandlungs- und Recycling-Technologien zur Gewinnung von Sekundärrohstoffen aus Roh- und Reststoffströmen bewertet werden. Die Bewertung dieser Technologien sowie der Effizienz der Umwandlungsprozesse ermöglicht eine Darstellung der sinnvollsten Wertschöpfungsketten für steirische Roh- und Reststoffe.</p> <p>Da die Gewinnung von Sekundärrohstoffen oftmals sehr kostspielig ist, stellt sich auch die Frage, wie teuer Rohstoffe werden müssen, damit sich die Gewinnung von Sekundärrohstoffen rechnet. Die Bezugsgröße dafür sind Rohstoffe, die in der Steiermark vorhanden sind oder in der Steiermark verbraucht werden.</p>
<p>Mehrwert und Wirkung</p>	<p>Eine umfassende Analyse der steirischen Rohstoffe und Wertschöpfungsketten dient der Identifikation von Möglichkeiten der Effizienzsteigerung in der Rohstoffnutzung und zeigt zudem zukünftige Potenziale, aber auch Engpässe in der Rohstoffverfügbarkeit in der Steiermark auf. Die Berechnung von Break-even-Punkten des Stoffrecyclings kann in der strategischen Schwerpunktsetzung bei der Weiterentwicklung von Recyclingtechnologien eine wichtige Entscheidungsgrundlage liefern. Die Analyse der zukünftigen Verfügbarkeit von Rohstoffen gibt den relevanten Stakeholdern die Möglichkeit, einen geeigneten Entwicklungspfad zu definieren, um auf zukünftige Chancen und Herausforderungen optimal zu reagieren.</p>
<p>Zielgruppen/ Kunden/User</p>	<p>Politik, Abfallwirtschaft, Unternehmen</p>

5.3 Leitprojekt C: Mehr WISSEN

Leitprojekt	Mehr WISSEN
Inhalt	<p>Die Idee dieses Leitprojektes knüpft an das Projekt WISSEN (Leuchtturm Smarte Lebenswelten) an. Es stellt die Nutzerinnen und Nutzer von Technologien unter einer ganzheitlichen Betrachtung des Themas der Technologieakzeptanz, insbesondere bei disruptiven Veränderungen, in den Vordergrund.</p> <p>Es stellt sich die Frage, welche Chancen, Grenzen und Herausforderungen insbesondere mit dem Thema Digitalisierung verbunden sind: Wie können Menschen einerseits Technologie-fit gemacht werden, wo liegen andererseits die tatsächlichen Bedarfe der Nutzerinnen und Nutzer, an denen sich Technologien in erster Linie orientieren sollten? Folgende Fragestellungen sollten daher im Rahmen des Projektes behandelt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ist es sinnvoll, immer mehr High-Tech-Lösungen zu entwickeln, auch wenn die Akzeptanz der Nutzerinnen und Nutzer bzw. der grundlegende Bedarf unter Umständen nicht vorhanden ist? • Sollte die Entwicklung anstelle in Richtung Technology Centered Smart Cities eher in Richtung Human Centered Smart Cities gehen, und wie könnte sich dies gestalten? • Wie viel Technologie-Akzeptanz und -Verwendung kann man von den Nutzerinnen und Nutzer verlangen? Wie kann man die Menschen entsprechend schulen, und welche Rahmenbedingungen braucht es dafür? • Wie können mithilfe von nutzungszentrierten Business-Modellen Systeme für eine verbesserte anwendungsorientierte Technologieakzeptanz gestaltet werden? <p>Der Fokus sollte diesbezüglich auf den lokalen steirischen Unternehmen sowie auf Technologien und Lösungen bzw. auf der Frage, wie diese anwendungsgerecht gestaltet werden können, liegen.</p>
Mehrwert und Wirkung	<p>Der Mehrwert des vorliegenden Leitprojektes liegt in einer Reflexion der Technologieentwicklung und Technologieanwendung im Kontext regionaler steirischer Herausforderungen und gesellschaftlicher Veränderungsprozesse. Vom Ergebnis dieser Untersuchung sollen klare Design- und Umsetzungsempfehlungen abgeleitet werden können, um die Konzeption von Lösungsansätzen sich abzeichnender Problemlagen im Sinne einer nutzungszentrierten Herangehensweise zu unterstützen. Des Weiteren soll dadurch eine enge Verzahnung zwischen Technologieentwicklung einerseits und den geistes- und kulturwissenschaftlichen sowie sozioökonomischen Disziplinen andererseits sichergestellt werden.</p>
Zielgruppen/ Kunden/User	Politik, Gesellschaft

5.4 Leitprojekt D: Masterplan Mobilität Steiermark

Leitprojekt	Masterplan Mobilität Steiermark
<p>Inhalt</p>	<p>Aufgrund des derzeitigen Fehlens einer umfassenden Analyse der Zukunftsperspektiven im Bereich Mobilität in der Steiermark besteht der Bedarf, einen diesbezüglichen Masterplan zu entwickeln. Die grundlegende Frage lautet, wo sich die Steiermark in Bezug auf die Mobilität hin entwickeln möchte bzw. kann.</p> <p>Es ist unbestritten, dass der Mobilitätssektor vor einem Umbruch steht. Die angestrebten Klimaziele verlangen einen deutlichen Rückgang klassischer Antriebssysteme im motorisierten Individualverkehr. Hohe Schadstoffbelastungen im städtischen Bereich sprechen für eine Verschiebung im Modal-Split. Neue Formen der Mobilität wie On-demand-Ansätze oder automatisiertes Fahren ermöglichen es, derzeitige Strukturen gänzlich neu zu denken. Ziel des Projektes ist eine nachhaltige Gestaltung des Mobilitätssystems mithilfe der Leitfrage, welche Potenziale sich durch neue grüne Technologien eröffnen. Zudem sollen Themen wie Walkability und Bikeability – denen bisher eher eine untergeordnete Rolle zukam, die jedoch wesentliche Eckpunkte zukünftiger Mobilität insbesondere in urbanen Räumen darstellen – im Sinne einer integrierten Planung verstärkt ins Zentrum gerückt werden.</p> <p>Das vorgeschlagene Leitprojekt kann in diesem Zusammenhang an die bestehenden Smart City-Projekte der Stadt Graz (Waagner-Biro-Gelände sowie Graz-Reininghaus) anknüpfen und auf bestehende Verkehrskonzepte für diese Stadtteile sowie für die Stadt Graz insgesamt aufbauen. Gleichwohl soll im Sinne eines steirischen Masterplans der Fokus dieses Projektes auf einer flächendeckenden Analyse der Steiermark liegen, und ländliche sowie urbane Verkehrssysteme sollen integrativ betrachtet werden. Demzufolge soll gemäß einer szenischen Vorausschau von Mobilität und Raumplanung auch der Frage nachgegangen werden, wie Mobilität in Zukunft – auch in dünner besiedelten Gebieten – effizient gestaltet werden kann.</p>
<p>Mehrwert und Wirkung</p>	<p>Die Erarbeitung eines Masterplans Mobilität Steiermark hat zum Ziel, die Verkehrsplanung in der Steiermark angesichts sich abzeichnender neuer Technologien auf innovative Gestaltungsmöglichkeiten vorzubereiten und sich verändernde Bedürfnisse im Sinne einer zukunftsorientierten Perspektive zu antizipieren. Im Rahmen einer disziplinenübergreifenden Analyse sollen Gestaltungsspielräume ausgelotet und neue Lösungsansätze entwickelt werden.</p>
<p>Zielgruppen/ Kunden/User</p>	<p>Politik, Gesellschaft</p>

5.5 Leitprojekt E: Steirische Landwirtschaft im Klimawandel

Leitprojekt	Steirische Landwirtschaft im Klimawandel
<p>Inhalt</p>	<p>Im Rahmen dieses Leitprojektes soll die Frage beantwortet werden, wie die landwirtschaftliche Produktion in der Steiermark im Zuge des sich verändernden Klimas gesichert werden kann und welche (regionalen) Veränderungen und Anpassungserfordernisse sich aus heutigem Wissensstand ableiten lassen. Die Klimawandelforschung bildet hierbei den Ausgangspunkt und kann anhand von kleinräumigen Klimaszenarien die Datengrundlagen für eine Vorausschau für die nächsten 50-100 Jahre bereitstellen.</p> <p>Folgende Fragestellungen sollen behandelt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Ziele können mit den aktuellen Strategien in der Landwirtschaft erreicht werden, und wo besteht Adaptionsbedarf bzw. Adoptionspotenzial? • Wofür sind die aktuellen Strategien nicht ausreichend? • Welche neuen Kulturen und Wertschöpfungsketten können aufgebaut werden? • Ist es sinnvoll, dass Anpassungsmaßnahmen für traditionelle Sorten verfolgt werden, oder soll auf die Entwicklung in Richtung alternativer/robusterer Kulturen und Sorten fokussiert werden bzw. ist eine Kombination aus beiden Ansätzen geeignet? • Welche Ansätze sind aus ökonomischer und gesellschaftlicher Sicht zu bevorzugen? <p>Eine wichtige Fragestellung ist in diesem Zusammenhang die zukünftige Wasserverfügbarkeit in der Steiermark: Mittels eines ergänzenden Wassermasterplans für die Steiermark kann u. a. auf Fragen der Nutzungskonkurrenz bei zukünftiger Wasserknappheit aus gesellschaftlicher Sicht eingegangen werden. Landwirtinnen und Landwirte sind dabei wichtige Stakeholder und in die Diskussion einzubeziehen.</p>
<p>Mehrwert und Wirkung</p>	<p>Eine Bearbeitung des Themas der sich abzeichnenden klimatischen Voraussetzungen für die steirische Landwirtschaft und der damit verbundenen Implikationen hätte zum Zweck, die vorhandenen wissenschaftlichen Ergebnisse einzelner Disziplinen zu aggregieren und im spezifischen Kontext der Steiermark zu interpretieren. Auf diese Weise können zukünftige Trends und damit verbundene Chancen und Herausforderungen aufgezeigt und im Sinne einer praxisorientierten Strategieentwicklung Lösungsansätze entwickelt werden. Durch eine enge Einbindung von Landwirtinnen und Landwirten sowie Verbänden werden neue Innovationsräume zwischen Wissenschaft und Praxis geschaffen.</p>
<p>Zielgruppen/Kunden/User</p>	<p>Politik, Gesellschaft, Landwirtschaft</p>

5.6 Leitprojekt F: Digitale Kreislaufwirtschaft

Leitprojekt	Digitale Kreislaufwirtschaft
Inhalt	<p>Die Projektidee zum Leitprojekt „Digitale Kreislaufwirtschaft“ liegt in einer Überführung des aktuell laufenden K-Projektes des Kompetenzzentren-Programms COMET „ReWaste4.0 – Recycling and Recovery of Waste4.0“ in ein K-Zentrum unter steirischer Leitung und mit Beteiligung steirischer Unternehmen sowie der einzelnen GTRS-Mitglieder, gemäß den passenden Kompetenzprofilen.</p> <p>ReWaste4.0 ist als ein langfristig orientiertes innovatives und kooperatives Projekt auf höchstem wissenschaftlich-technischen Niveau mit besonderer wirtschaftlicher Bedeutung ausgelegt. Zum ersten Mal werden durch dieses Projekt neue Industrie 4.0-Ansätze (z. B. „digital networking“, Kommunikation zwischen Abfall-Qualität und Anlagen-Performance, Robotics etc.) zur Weiterentwicklung der Abfallwirtschaft in Richtung Kreislaufwirtschaft („circular economy“) mit speziellem Fokus auf vernetzte Recycling- und Verwertungsprozesse höchster Qualität untersucht und auch implementiert.</p>
Mehrwert und Wirkung	<p>Die Überführung von ReWaste4.0 in ein COMET-Zentrum ermöglicht eine strukturierte zukunftsorientierte Bearbeitung innovativer Technologien zur Umsetzung einer digitalen Kreislaufwirtschaft. Im Sinne einer langfristigen Perspektive soll das branchenspezifische Know-how erhöht und die internationale Technologieführerschaft steirischer Unternehmen auf diesem Gebiet erweitert werden.</p>
Zielgruppen/ Kunden/User	Politik, Gesellschaft, Wirtschaft

6 Unterstützende Rahmenbedingungen

6.1 Kriterien für eine erfolgreiche Umsetzung der Projektorientierung

Sowohl die erfolgreiche Umsetzung von Projektideen als auch die Zusammenarbeit zwischen den GTRS-Mitgliedern einerseits und mit der öffentlichen Hand, Unternehmen und anderen Stakeholdern andererseits verlangt nach geeigneten Rahmenbedingungen. In den Themen-Workshops wurden diese Rahmenbedingungen diskutiert und als eine nicht erschöpfende Liste ausgearbeitet. Es ergaben sich dabei die nachfolgenden Punkte:

Projektmöglichkeiten/Ausschreibungen

- Round-Table bereits in der Einreichphase von Ausschreibungen, um gemeinsame Forschungsprojekte zu konzipieren
- Matchmaking-Ansatz enger verschränken und besser sichtbar machen (GTC+F&E)

Interdisziplinarität

- Möglichkeit, bei Projekteinreichungen neben Forschungspartnern aus dem technologisch-naturwissenschaftlichen Bereich auch Forschungspartner aus den Geistes-, Natur-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften und dem betriebswirtschaftlichen Bereich einzubinden (als USP)
- Interdisziplinärer Charakter von Projektteams zur Verbesserung der Ergebnisse, auch wenn es sich dabei bspw. lediglich um Diskussionspartner mit Feedbackrolle handelt

Kommunikation

- Kommunikationsräume schaffen
- Treffen der steirischen Forschungslandschaft
- Regelmäßige Treffen GTRS und GTC
- Open Source-Ansatz verfolgen

Umsetzungsorientierung

- Unterstützung von Demonstrationsprojekten / link to real world
- Link zu den Vorzeigeregionen
- Anwendungsperspektive in die F&E integrieren (Integration von Nutzerinnen und Nutzern)

Bildung

- Investitionen in Human Resources und Ausbildung

Link zur Öffentlichen Hand

- Link zum Bund (Kommunikationsaufgabe des GTRS)
- Link zum Land Steiermark
- Klima- und Energiestrategie (Bund und Land) thematisch leitend

Unterstützende Rahmenbedingungen

- Offenheit
- Ressourcen
- Praxisbedürfnisse
- Unbürokratischer Zugang zu Forschung

6.2 Wichtige Stakeholder

Die umfassende Einbeziehung relevanter Stakeholder stellt einen wichtigen Schritt in Richtung eines integrierten Konzepts und in Hinblick auf eine erfolgreiche, gut abgestimmte Zusammenarbeit im Rahmen des Science Plans dar. In den Themen-Workshops ergaben sich die nachfolgend genannten Institutionen und Gruppierungen in einer nicht erschöpfenden Liste.



7 Struktur und Organisation des Forschungsverbundes

Damit die Ziele des GTRS erreicht werden können und damit zugleich zur Erreichung des Leitbildes sowie zur Profilbildung beigetragen werden kann, ist eine aktive Koordinierung der Zusammenarbeit erforderlich, das heißt:

- kontinuierliche gemeinsame Abstimmung und Koordination
- aktive Netzwerkfunktion
- Koordination von F&E-Aktivitäten sowie die Abstimmung bei der Anschaffung von F&E-Infrastruktur
- Initiierung und Umsetzung gemeinsamer F&E-Projekte
- themenspezifische Bewusstseinsbildung
- gemeinsame Durchführung von Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten

Für die Umsetzung der koordinativen Tätigkeit sind auf strategischer Ebene drei Treffen pro Jahr im Rotationsprinzip vorgesehen. Durch das Rotationsprinzip soll ein tieferer Einblick in die Forschungstätigkeit des jeweiligen GTRS-Mitglieds erfolgen.

Zusätzlich werden drei Treffen pro Jahr auf operativer Ebene – mit thematischem Schwerpunkt, unter Einbeziehung von Wirtschaft und NutzerInnen und ebenfalls im Rotationsprinzip – geplant. Als Form können bspw. Brown-Bag-Seminare oder Science Breakfasts dienen.

Die Administration des Forschungsverbundes soll schlank aufgebaut, aber dennoch den umfangreichen Agenden entsprechend personell ausgestattet sein. Dazu wird die Einrichtung einer Koordinationsschnittstelle im Ausmaß von 0,5 Vollzeitäquivalenten angestrebt. Die Koordinationsschnittstelle soll folgende Aufgaben und Tätigkeiten umfassen:

- administrative Tätigkeiten des GTRS (Protokolle, Aussendungen etc.)
- Organisation der Strategietreffen und Abstimmung auf strategischer Ebene
- Koordination der Einbeziehung von Stakeholdern und Bundesinstitutionen
- Vernetzung auf operativer Ebene
- Wissenskommunikation und Öffentlichkeitsarbeit (www.greentechresearch.at)
- Unterstützung bei Projektentwicklungen und bei der Umsetzung der Leitprojekte
- Schnittstelle zum GTC zur koordinierten Unternehmenseinbindung

Zur Durchführung öffentlichkeitswirksamer Veranstaltungen erscheint darüber hinaus eine zusätzliche Finanzierung notwendig.

8 Beteiligte Personen

8.1 Strategische Ebene

Wissenschaft und Lehre

- AEE INTEC
 - Ing. Ewald Selvička
- FH JOANNEUM
 - Rektor Univ.-Prof. DI Dr. Karl P. Pfeiffer
 - Mag.^a Dr.ⁱⁿ Roswitha Wiedenhofer
- JOANNEUM RESEARCH
 - Univ.-Prof. DI Dr. Wolfgang Pribyl, MBA
 - DI Helmut Wiedenhofer
 - Mag. Dr. Franz Prettenthaler, M.Litt.
 - Mag. Michael Kernitzkyi
 - Mag.^a Claudia Winkler, MA
 - Mag.^a Dr.ⁱⁿ Sabine Marx
 - Mag.^a Dr.ⁱⁿ Ingrid Kaltenegger
 - DI Martin Beermann
- Karl-Franzens-Universität Graz
 - Vizerektor Mag. Dr. Peter Riedler
 - Ao.Univ.-Prof. Mag. Dr. Karl Steininger
- Montanuniversität Leoben
 - Rektor Univ.-Prof. DI Dr. Wilfried Eichlseder
 - Vizerektor Univ.-Prof. DI Dr. Peter Moser
 - Univ.-Prof. DI Dr. Thomas Kienberger
- Technische Universität Graz
 - Vizerektor Univ.-Prof. DI Dr. Horst Bischof
 - Univ.-Prof. DI Dr. Michael Monsberger

Wirtschaft

- Green Tech Cluster Styria GmbH
 - Ing. Bernhard Puttinger, MBA
 - Dr.ⁱⁿ Maria Ortner
- Industriellenvereinigung Steiermark
 - DI Karlheinz Rink
- Wirtschaftskammer Steiermark
 - Mag.^a Birgit Tockner
- ACStyria
 - Dr. Peter Perstel

Öffentliche Hand

- Amt der Steiermärkischen Landesregierung
 - Abteilung 8 – Gesundheit, Pflege und Wissenschaft
 - Mag.^a Sonja Jöbstl-Findeis
 - Mag. Wolfgang Stangl
 - Dr.ⁱⁿ Birgit Strimitzer-Riedler
 - Mag.^a Marina Trücher
 - Mag.^a Eva-Maria Kness
 - Abteilung 12 – Wirtschaft, Tourismus, Sport
 - Hofrat Dr. Karl-Heinz Kohrgruber
 - Mag. Raimund Kurzmann
 - Mag. Horst Maunz
 - Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik
 - DI Dieter Thyr
 - Mag.^a Andrea Gössinger-Wieser
- Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft – SFG
 - Mag. Manfred Kink

8.2 Expertinnen und Experten der operativen Ebene

AEE INTEC

Dr. Karl Höfler	Bereichsleiter Bauen und Sanieren
Ing. Christian Fink	Bereichsleiter Thermische Energietechnologien und hybride Systeme
DI Christoph Brunner	Bereichsleiter Industrielle Prozesse und Energiesysteme
Dr. ⁱⁿ Bettina Muster	Energieeffizienz für Industriebetriebe, Prozessintensivierung

FH JOANNEUM

FH-Prof. DI Dr. Uwe Trattnig	Institutsleitung Energie-, Verkehrs- und Umweltmanagement
FH-Prof. DI Dr. ⁱⁿ Michaela Kofler	Institutsleitung Bauplanung und Bauwirtschaft, Departmentvorsitzende Bauen, Energie und Gesellschaft
DI Johannes Haas	SG-Leitung Nachhaltiges Lebensmittelmanagement
FH-Prof. Mag. Dr. ⁱⁿ Sonja Gögele	Institutsleitung Internettechnologien und -anwendungen
Hannes Zach, MSc	Department für Angewandte Informatik
FH-Prof. DI Dr. Kurt Steiner	Institutsleitung Fahrzeugtechnik, Departmentvorsitzender Engineering
FH-Prof. DI Dr. Hubert Berger	Transferzentrumsleitung Electronic Engineering
Dipl.-Des. BSc M.F.A. Ursula Tischner	Leiterin Vertiefungsrichtung "Eco-innovative Design"
FH-Prof. Priv.Do. Dr. Christian Vogel	Institutsleitung Electronic Engineering

Green Tech Cluster

Ing. Bernhard Puttinger, MBA	Geschäftsführung
DI DI(FH) Tobias Schwab, MA	Vertretung der Geschäftsführung, Innovationsmanagement, Start-ups und Projekte Green Energy
Dr. ⁱⁿ Maria Ortner	Forschungskooperationen, Internationale Märkte und Projekte Green Resources
Johann Koinegg, MSc	Green Tech Radar, Cluster-Service und Projekte Green Building

JOANNEUM RESEARCH

Mag. Dr. Franz Prettenthaler	Direktor LIFE
DI Dr. Gerfried Jungmeier	LIFE - Zukunftsfähige Energiesysteme und Lebensstile
DI Dr. Hannes Schwaiger	LIFE - Zukunftsfähige Energiesysteme und Lebensstile
DI Martin Beermann	LIFE - Zukunftsfähige Energiesysteme und Lebensstile
Mag. ^a Dr. ⁱⁿ Ingrid Kaltenegger	LIFE - Zukunftsfähige Energiesysteme und Lebensstile
Stephan Schwarzinger, BA MA	LIFE - Zukunftsfähige Energiesysteme und Lebensstile
Mag. Andreas Türk, MBA	LIFE - Internationale Klimapolitik und -ökonomie
Dr. ⁱⁿ Sanela Pansinger	LIFE - Kompetenzgruppe Urban Living Lab
Dr. Francesco Ciari	LIFE - Kompetenzgruppe Urban Living Lab
Mag. Michael Kernitzkyi	LIFE - Wetter- und Klimarisikomanagement
DI ⁱⁿ (FH) Sabrina Dreisiebner-Lanz, MSc	LIFE - Wetter- und Klimarisikomanagement
DI Christian Derler	DIGITAL - Cyber Security and Defence
DI Heribert Vallant	DIGITAL - Cyber Security and Defence
Mag. Andreas Niederl	POLICIES - Regionalökonomie und Strukturpolitik

Karl-Franzens Universität Graz

Univ.-Prof. Oliver Sass	Institut für Geographie und Raumforschung
Univ.-Prof. Lukas Meyer	Institut für Philosophie
Univ.-Prof. Steffen Birk	Institut für Erdwissenschaften
Univ.-Prof. Dr. Christian Sturmbauer	Institut für Zoologie
ao.Univ.-Prof. Dr. Karl Steininger	Institut für Volkswirtschaftslehre
ao.Univ.-Prof. Mag. Dr. Alfred Posch	Institut für Systemwissenschaften, Innovations- und Nachhaltigkeitsforschung
Univ.-Prof. DI Dr. Rupert Baumgartner	Institut für Systemwissenschaften, Innovations- und Nachhaltigkeitsforschung
Univ.-Prof. MMag. ^a Dr. ⁱⁿ Eva Schulev-Steindl, LL.M.	Institut für öffentliches Recht und Politikwissenschaften
Univ.-Ass. Mag. Dominik Geringer	Institut für öffentliches Recht und Politikwissenschaften
Univ.-Prof. DI Dr. Tobias Stern	Stiftungsprofessor für Energie- und Ressourceninnovationen
Ao.Univ.-Prof. Dr. ⁱⁿ Maria Müller	Institut für Pflanzenwissenschaften
Ao.Univ.-Prof. Dr.phil. Anton Huber	Institut für Chemie
Ass.-Prof. Mag. Dr. Stefan Borsky	Wegener Center / Institut für Volkswirtschaftslehre
Univ.-Prof. Mag. Dr. Oliver Kappe	Institut für Chemie
Univ.-Prof. DI Dr. Wolfgang Kroutil	Institut für Chemie

Montanuniversität Leoben

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Thomas Kienberger	Lehrstuhl für Energieverbundtechnik
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Roland Pomberger	Lehrstuhl Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft
Dr. Martin Wellacher	Lehrstuhl Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Harald Raupenstrauch	Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik
DI Dr. Klaus Doschek	Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik
Dr. Renato Sarc	Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Lehner	Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes

TU Graz

Univ.-Prof. DI Dr. Christoph Hochenauer	Institut für Wärmetechnik
Univ.-Prof. Dipl.-Arch. Dr.sc.ETH Urs Hirschberg	Institut für Architektur und Medien
Assoc. Prof. DI Dr Barbara Siegmund	Institut für Analytische Chemie und Lebensmittelchemie
Univ.-Prof. Dipl.-Biol. Dr. ⁱⁿ Gabriele Berg	Institut für Umweltbiotechnologie
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf	Institut für Straßen- und Verkehrswesen
Arch. Dipl.-Ing. Ernst Rainer	Institut für Städtebau
Univ.-Prof. DI Dr. Michael Monsberger	Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

9 Literaturverzeichnis

- BMNT, BMVIT (2018): mission 2030, Die österreichische Klima- und Energiestrategie. <https://mission2030.info/wp-content/uploads/2018/06/Klima-Energiestrategie.pdf> (26.09.2018)
- BMVIT (2010): Energiestrategie Österreich. <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/e2050/ueber-energie-2050/energiestrategie-oesterreich.php> (26.09.2018)
- BMVIT (2016): Strategic Research Agenda zur Entwicklung eines intelligenten Energiesystems in und aus Österreich. Bericht aus Energie- und Umweltforschung 4/2016. https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/e2050_pdf/reports/1604_strategic_research_agenda_2016.pdf?m=1484317321 (26.09.2018)
- BMVIT (2017): Österreichische Umwelttechnik – Motor für Wachstum, Beschäftigung und Export. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 17/2017.
- BMVIT (2017a): ENERGIE Forschungs- und Innovationsstrategie. <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/e2050/publikationen/energie-forschungs-innovationsstrategie.php> (26.09.2018)
- CCCA (Climate Change Centre Austria - Klimaforschungsnetzwerk Österreich) (2017): Science Plan zur strategischen Entwicklung der Klimaforschung in Österreich. https://www.ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/03_Aktivitaeten/Science_Plan/CCCA_Science_Plan.pdf_20170502.pdf (26.09.2018)
- Europäische Kommission (2018): Circular Economy – Implementation of the Circular Economy Action Plan. http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm (26.09.2018)
- Land Steiermark (2013): Forschung in der Steiermark. Strategie des Landes Steiermark zur Förderung von Wissenschaft und Forschung. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 8 – Gesundheit, Pflege und Wissenschaft.
- Land Steiermark (2016): Wachstum durch Innovation. Wirtschaft- und Tourismusstrategie Steiermark 2025. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 12 – Wirtschaft, Tourismus, Sport.
- Land Steiermark (2016a): Die Wirtschaftsstrategie Steiermark 2025 - Wachstum durch Innovation. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 12 Wirtschaft, Tourismus, Sport.
- Land Steiermark (2017): Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 15 - Energie, Wohnbau, Technik. http://www.technik.steiermark.at/cms/dokumente/11514048_67473811/b3750a79/KESS2030_Web_Seiten.pdf (26.09.2018)
- Roland Berger (2014): GreenTech made in Germany 4.0. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland.
- Roland Berger (2016): Die Digitalisierung in der GreenTech-Branche. Handlungsbedarfe für Unternehmen der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz in Deutschland.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ziel-Ebenen des GTRS Science Plans	3
Abbildung 2:	Schematische Darstellung des Projektablaufs zur Erstellung des Science Plans 2018-2022.....	8
Abbildung 3:	Digitalisierung der Green Technologies	10
Abbildung 4:	Wachstum des globalen Marktvolumens für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz (Werte in Mrd. Euro).....	11
Abbildung 5:	Die Green Tech Research Stärkefelder, Stand Jänner 2018	13
Abbildung 6:	Verortung des GTRS im Rahmen des Technology Readiness Levels (TRL) und Societal Readiness Levels (SRL).....	17
Abbildung 7:	Die Themenbausteine des GTRS Science Plans und ihre Rahmenbedingungen	32
Abbildung 8:	Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich Energy Systems	35
Abbildung 9:	Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich Resources & Materials	39
Abbildung 10:	Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich Mobility	42
Abbildung 11:	Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich Building & Spatial Systems	45
Abbildung 12:	Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich Agriculture & Food	48
Abbildung 13:	Zusammenfassung der Schwerpunktsetzung des GTRS Science Plans im Bereich Climate Change	52

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ist-Stärkefelder der GTRS-Forschungspartner.....	14
------------	--	----