Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen

Innovationsstrategie des Landes Nordrhein-Westfalen

Zukunft durch Innovation gestalten: technologisch führend, industriell verwurzelt, global wettbewerbsstark

wirtschaft.nrw

Inhaltsverzeichnis

EXECUTIVE SUMMARY 2

1 EINLEITUNG 5

2 DER INNOVATIONSSTANDORT NRW HEUTE 9

3 INNOVATIONSLAND NRW – VISION UND ZIELE 12

4 ZUKUNFTSTHEMEN 15

4.1 Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz und smarte Systeme 17

4.2 Verteidigung, Aerospace und strategische Autonomie 32

4.3 Life Science 46

4.4 Klimaneutrale, zirkuläre Wirtschaft und ökologische Resilienz 61

4.5 Vernetzte und nachhaltige Mobilität 77

4.6 Die fünf Zukunftsthemen als integrative Innovationstreiber 87

5 STRATEGISCHE HANDLUNGSFELDER 89

5.1 Investieren – Innovation ermöglichen 95

5.2 Vernetzen – Kooperationen stärken 100

5.3 Übersetzen – Wissen anwenden 102

5.4 Skalieren – Innovation in Wachstum überführen 105

6 GOVERNANCE UND PROZESSBETEILIGUNG 108

6.1 Strategisch steuern & koordinieren 110

6.2 Zukunft operationalisieren 111

6.3 Wirkung messen & lernen 114

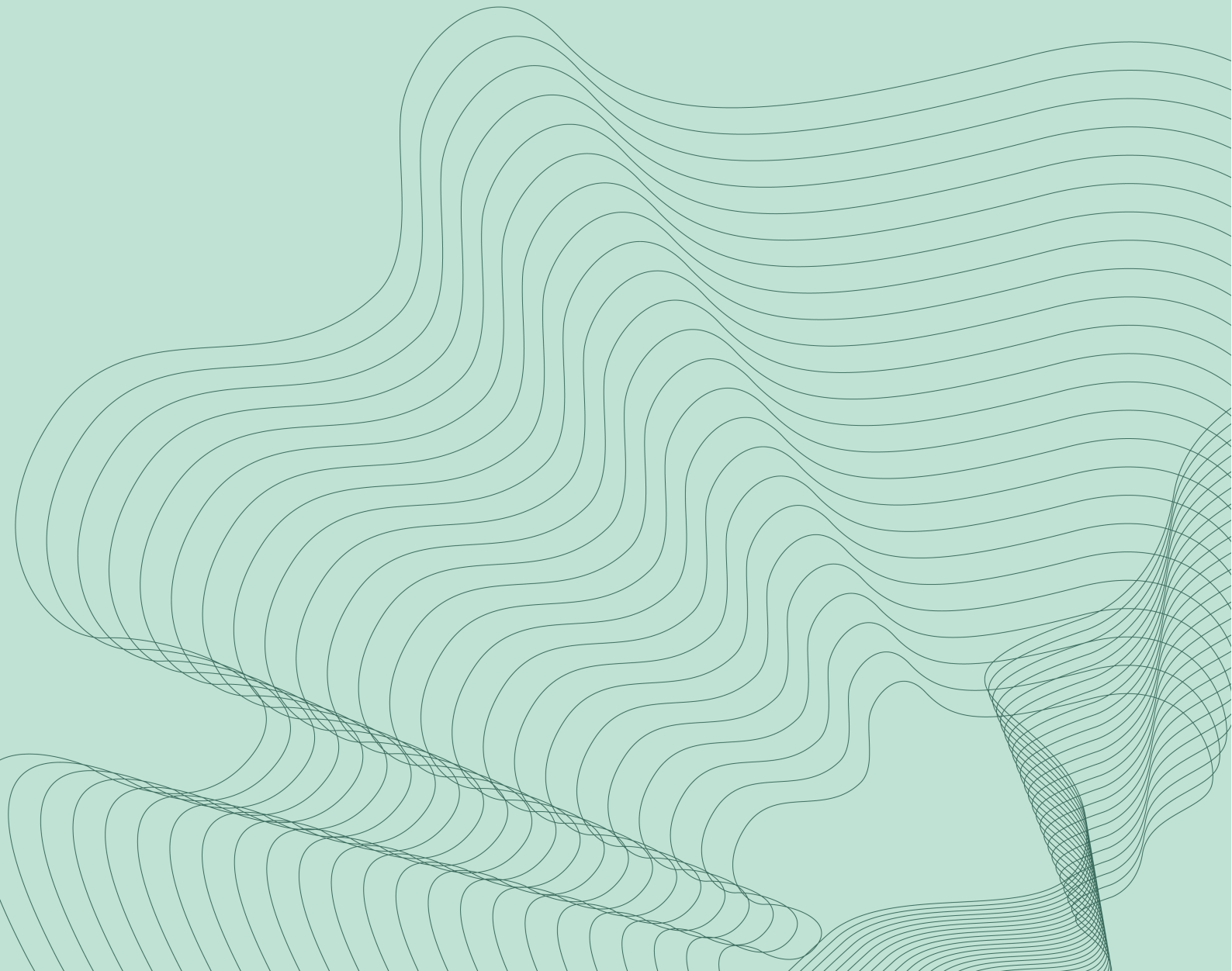
7 METHODISCHE HINWEISE UND NACHWEISE 117

7.1 Methodische Hinweise 118

7.2 Abkürzungen 119

7.3 Endnoten 120

EXECUTIVE SUMMARY



Executive Summary

Nordrhein-Westfalen (NRW) steht vor einer Phase tiefgreifender Veränderungen. Technologien entwickeln sich in einer Geschwindigkeit, die neue Maßstäbe setzt. Globale Märkte ordnen sich neu, und die großen gesellschaftlichen Herausforderungen verlangen nach Lösungen, die heute noch kaum vorstellbar sind. Zugleich bringt NRW mit seiner wissenschaftlichen Exzellenz, industriellen Tiefe, einem innovationsstarken Mittelstand sowie seiner dynamischen Start-up-Szene alles mit, um diesen Wandel nicht nur zu begleiten, sondern aktiv zu gestalten. Diesen Anspruch verankert die nordrhein-westfälische Landesregierung als Vision in der Regionalen Innovationsstrategie NRW 2028-2034:

„Innovationsland NRW – wo Zukunft durch Innovation gestaltet wird: technologisch führend, industriell verwurzelt, global wettbewerbsstark“

Mit der vorliegenden Innovationsstrategie schafft sie das strategische Fundament für innovationspolitische Entscheidungen, um diese Vision Schritt für Schritt zur Realität zu machen. Sie setzt mit fünf Zukunftsthemen klare Prioritäten für die Weiterentwicklung des Innovationsstandorts und stellt Handlungsfelder bereit, um die Herausforderungen der Gegenwart als Motor für die Zukunft zu nutzen. Diese schaffen die Leitplanken für eine effektive und auf gemeinsame Ziele fokussierte Innovationspolitik, um die Innovationskraft unseres Landes in vielversprechenden Wachstumspfaden langfristig und wirksam zu stärken.

Fünf Zukunftsthemen, die NRWs Stärken in Wirkung übersetzen

Die Zukunftsthemen sind Ergebnis einer umfassenden evidenzbasierten Potenzialanalyse und bündeln die größten Innovationspotenziale NRWs in Bereichen, in denen sich technologische Dynamik, wirtschaftliche Stärke und gesellschaftliche Relevanz verbinden – und in denen NRW die Möglichkeit hat, aufgrund seiner Kompetenzen und technologischen Expertise, die Entwicklungen von morgen aktiv mitzugestalten:

- Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz und smarte Systeme
- Verteidigung, Aerospace und strategische Autonomie
- Life Science
- Klimaneutrale, zirkuläre Wirtschaft und ökologische Resilienz
- Vernetzte und nachhaltige Mobilität

Die Zukunftsthemen sind keine isolierten Innovationsinseln. Sie reichen weit über einzelne Branchen hinaus und setzen Innovations- und Wachstumsimpulse in verschiedenen Märkten und Anwendungsfeldern. Diese werden für jedes Zukunftsthema in Potenzialthemen konkretisiert.

Vier Handlungsfelder für einen durchgängigen Innovationspfad

Zur umfassenden Erschließung dieser Innovationspotenziale entwickelt die Landesregierung ihren Instrumentenmix strategisch weiter. Innovationspolitische Instrumente werden bedarfsgerecht ausgestaltet und aufeinander abgestimmt – durch gut zugängliche Förder- und Unterstützungsangebote, schlanke Verfahren sowie die gezielte Einbindung von Mitteln des Bundes und der Europäischen Union (EU).

Die Innovationsstrategie bündelt wesentliche innovationspolitische Instrumente in vier Handlungsfeldern und adressiert damit zentrale strukturelle Herausforderungen im Innovationsökosystem sowie identifizierte Lücken entlang des Innovationsprozesses.

Investieren: Innovationsvorhaben brauchen verlässliche Investitions- und Entwicklungsbedingungen. Förderzugänge werden transparent, Verfahren zügig und Instrumente gezielt auf Konzeptentwicklung, Prototypen, Validierung, Markteintritt und Wachstum ausgerichtet. Öffentliche und private Finanzierung wird risikoadäquat verzahnt – von Zuschüssen und Darlehen bis zu Beteiligungen, Co-Investments, Venture Clienting und innovationsorientierter Beschaffung. Investitionen in strategische Infrastrukturen sowie Talente und Entrepreneurship spielen hierfür eine wichtige Rolle.

Vernetzen: Die hohe Dichte an Netzwerken, Clustern und Unterstützungsstrukturen ist eine Stärke des Standorts. Die Landesregierung richtet ihre Vernetzungsansätze darauf aus, die Kompetenzen etablierter Strukturen auf gemeinsame Zukunftsthemen und konkrete Entwicklungsbedarfe zu fokussieren und ihr Zusammenspiel weiterzuentwickeln. Zugleich wird NRWs Rolle als Knotenpunkt in europäischen Schlüsseltechnologien ausgebaut und Innovations- wie Skalierungspotenziale überregional gehoben.

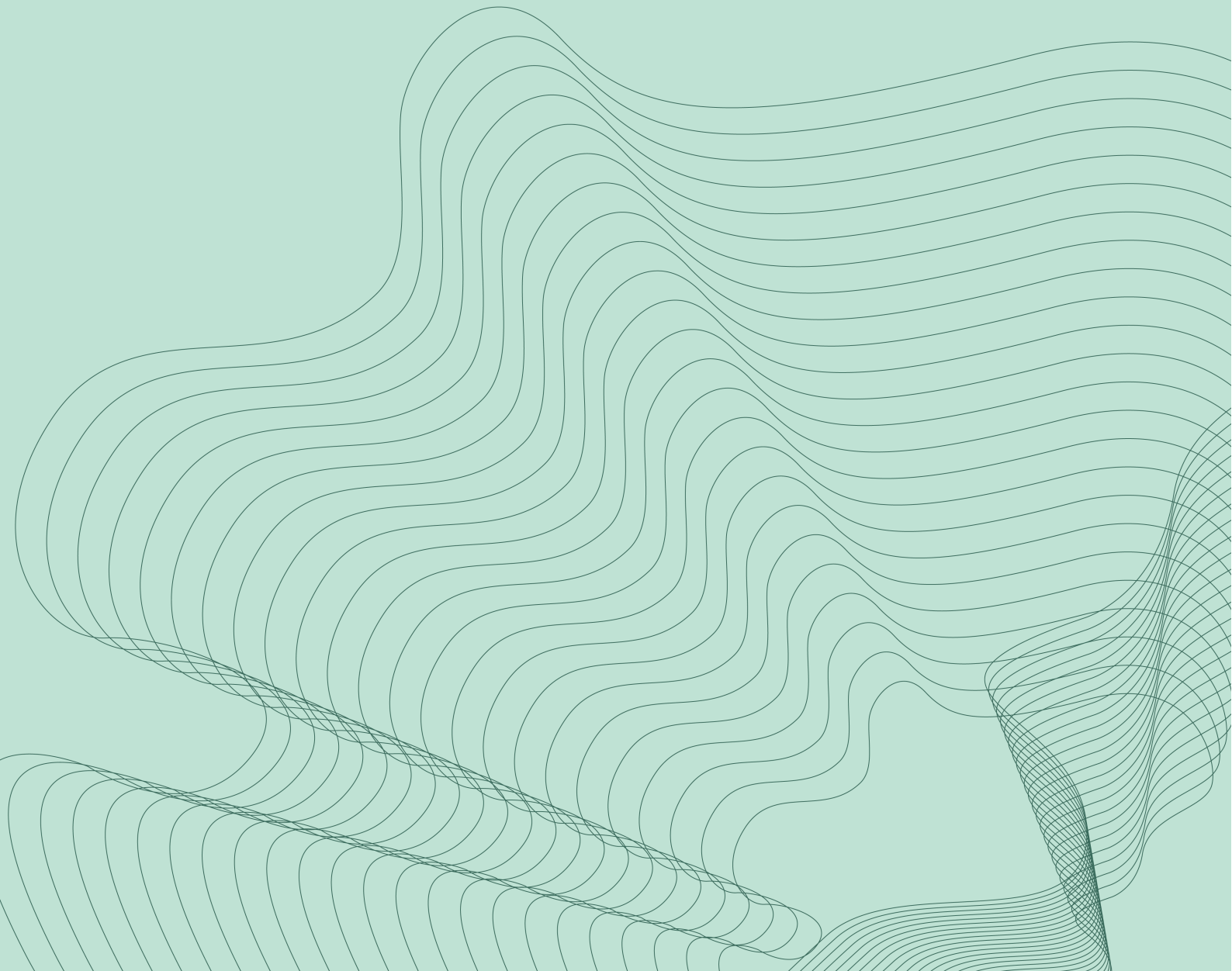
Übersetzen: NRW gestaltet die Übergänge von Forschung und konkretem Bedarf zu anwendbaren Lösungen so, dass Transfer zügig erfolgen kann. Transfer-, Validierungs- und Erprobungsstrukturen werden auf verlässliche Verwertungspfade ausgerichtet – mit einem klaren Fokus auf Co-Creation statt sequentiellem Transfer. Schutzrechte, Standards, Regulierung und Marktzugang werden von Beginn an mitgedacht. Zugleich stärkt das Land die strukturellen Rahmenbedingungen im Wissenschaftssystem, um Transfer als dritte Säule neben Forschung und Lehre wirkungsvoll zu verankern.

Skalieren: Ein leistungsfähiges Innovationsökosystem endet nicht bei der Entwicklung guter Lösungen. Die Landesregierung richtet ihre Instrumente deshalb gezielt auf Wachstum, Marktdurchdringung und Diffusion aus. Wachstumsfinanzierung, Scale-up-Kompetenz und Internationalisierung werden mit Nachfrage und Referenzmärkten verbunden. Innovative öffentliche Beschaffung, industrielle Ankerkunden, Standardisierung und Interoperabilität helfen, Pilotprojekte in Serienanwendung, Roll-out und globale Märkte zu überführen.

Vom Strategierahmen zum lernenden Umsetzungssystem

Die zentrale Koordinierung und die themenübergreifende Zusammenarbeit in einem übergreifenden Ressortkreis schaffen die Governance-Strukturen für eine wirksame, ressortübergreifend koordinierte und kohärente Umsetzung der Innovationsstrategie. Ein kontinuierliches Roadmapping für jedes Zukunftsthema stellt die Einbindung von Markt- und Technologiewissen des Innovationsökosystems sicher und dient der regelmäßigen Überprüfung und Weiterentwicklung der operativen Ausrichtung der Strategie.

1 EINLEITUNG



1 Einleitung

Nordrhein-Westfalen (NRW) steht in einer sich rasant ändernden Welt vor großen Herausforderungen: wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit, die digitale und klimaneutrale Transformation, der demografische Wandel, geopolitische Instabilitäten verbunden mit Sicherheitsfragen und der Reorganisation globaler Wertschöpfungsketten. All diese tiefgreifenden Veränderungen wirken gleichzeitig auf Wirtschaft und Gesellschaft in NRW und seine Regionen ein.

In diesem Spannungsfeld wird Innovation mehr denn je zur zentralen Triebfeder für Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum, Transformation und zukunftsfähige Entwicklung. Damit unser Bundesland diese Herausforderungen als Chancen nutzt und gestärkt aus ihnen hervorgeht, braucht es innovative und mutige Lösungen, ein engagiertes Zusammenspiel unterschiedlicher Akteure, die Nutzung der vorhandenen Potenziale und einen zuversichtlichen Blick nach vorn.

Gerade für NRW war wirtschaftliche Entwicklung stets eng mit der Fähigkeit verbunden, sich durch Innovation neu zu erfinden – von den historischen Wurzeln im Bergbau und in der Stahlindustrie über Chemie und Maschinenbau bis hin zu zentralen Zukunftstechnologien, wie Medizintechnik, Quantentechnologien, Sicherheits- und Verteidigungstechnologien sowie grünen Technologien.

Diese Fähigkeit, Zukunft durch Innovation aktiv zu gestalten, ist Kern nordrhein-westfälischer DNA. Als ein führender Innovationsstandort im Herzen Europas bietet unser Land enorme Potenziale in Wissenschaft und Wirtschaft, um die anstehenden Herausforderungen zu meistern und gestärkt aus ihnen hervorzugehen. Exzellente Hochschulen und Forschungseinrichtungen, ein starker und innovativer Mittelstand, global agierende Unternehmen, eine dynamische Start-up-Szene sowie innovationsunterstützende Organisationen und aktive zivilgesellschaftliche Strukturen bilden gemeinsam ein dichtes Netzwerk an leistungsfähigen Akteuren. Diese Vielfalt ist ein herausragender Standortvorteil: Sie schafft exzellente Voraussetzungen für Kooperationen sowie die Entwicklung, Umsetzung, Akzeptanz und Verbreitung neuer Ideen.

Die Landesregierung ist sich bewusst, dass es strategischer Leitplanken bedarf, um die regionalen Stärken weiterzuentwickeln und Potenziale wirksam zu heben. Sie geben Orientierung für Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft und ermöglichen es, Innovationsaktivitäten gezielt zu bündeln, zu fokussieren und wirksam zu unterstützen.

Genau hier setzt die Innovationsstrategie NRW 2028-2034 an. Sie schafft einen ganzheitlichen Rahmen und stellt Werkzeuge bereit, um die Herausforderungen der Gegenwart als Motor für die Zukunft zu nutzen. Ziel ist es, unser Bundesland auch in den kommenden Jahren als einen der dynamischsten Innovationsstandorte Europas zu festigen und die Wettbewerbsfähigkeit sowie das wirtschaftliche Wachstum NRWs anhaltend zu stärken.

Der zentrale Grundgedanke, den die Landesregierung mit dieser Innovationsstrategie verfolgt, ist es, die Stärken des Landes gezielt auszubauen, neue Potenziale zu erschließen und die Weichen für eine erfolgreiche Zukunft zu stellen. Die Strategie folgt hierzu bewusst einem breit gefassten Innovationsbegriff: Innovation wird nicht nur als technologische

Neuerung verstanden, sondern umfasst ebenso innovative Dienstleistungen sowie soziale, organisatorische und institutionelle Innovationen als wesentliche Treiber einer zukunftsfähigen Entwicklung für NRW.

Die Innovationsstrategie basiert auf einem umfassenden Analyse- und Partizipationsprozess: datenbasierte Analysen wurden mit unterschiedlichen Austausch- und Reflexionsformaten verknüpft. So wurde empirische Evidenz mit fachlicher Expertise nordrhein-westfälischer Interessengruppen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft zusammengeführt, um ein umfassendes Bild der vorhandenen Potenziale und Ressourcen zu zeichnen.

Auf dieser Grundlage bündelt die Strategie die größten Innovationspotenziale NRWs an den Schnittstellen zwischen technologischen, ökologischen und sozialen Trendeinflüssen sowie den Stärken des Wirtschaftsstandorts in fünf zentralen Zukunftsthemen:

- Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz und smarte Systeme
- Verteidigung, Aerospace und strategische Autonomie
- Life Science
- Klimaneutrale, zirkuläre Wirtschaft und ökologische Resilienz
- Vernetzte und nachhaltige Mobilität.

Diese Zukunftsthemen machen die besonderen Stärken NRWs sichtbar und geben zugleich Antworten auf drängendste Fragen unserer Zeit. Aus ihnen erwachsen Chancen für eine zukunftsgerichtete strategische Profilschärfung unseres Landes im internationalen Wettbewerb.

Gleichzeitig haben die Zukunftsthemen einen ausgeprägten Querschnittscharakter, denn die Herausforderungen und Chancen der Zukunft sind zunehmend komplex und lassen sich nicht isoliert innerhalb einzelner Branchen oder Technologiefelder lösen. Innovation entsteht dabei zunehmend dort, wo unterschiedliche Technologien, wirtschaftliche Wertschöpfung und gesellschaftliche Bedarfe zusammenwirken. Gerade an den Schnittstellen zwischen Branchen, Sektoren, Technologiefeldern und Märkten entstehen neue Lösungen, Geschäftsmodelle und Wachstumspotenziale. Die Zukunftsthemen wirken daher als starke Impulsgeber für Innovationen in verschiedenen Branchen, Sektoren und Technologiefeldern und entfalten Wirkung entlang der gesamten Innovations- und Wertschöpfungskette.

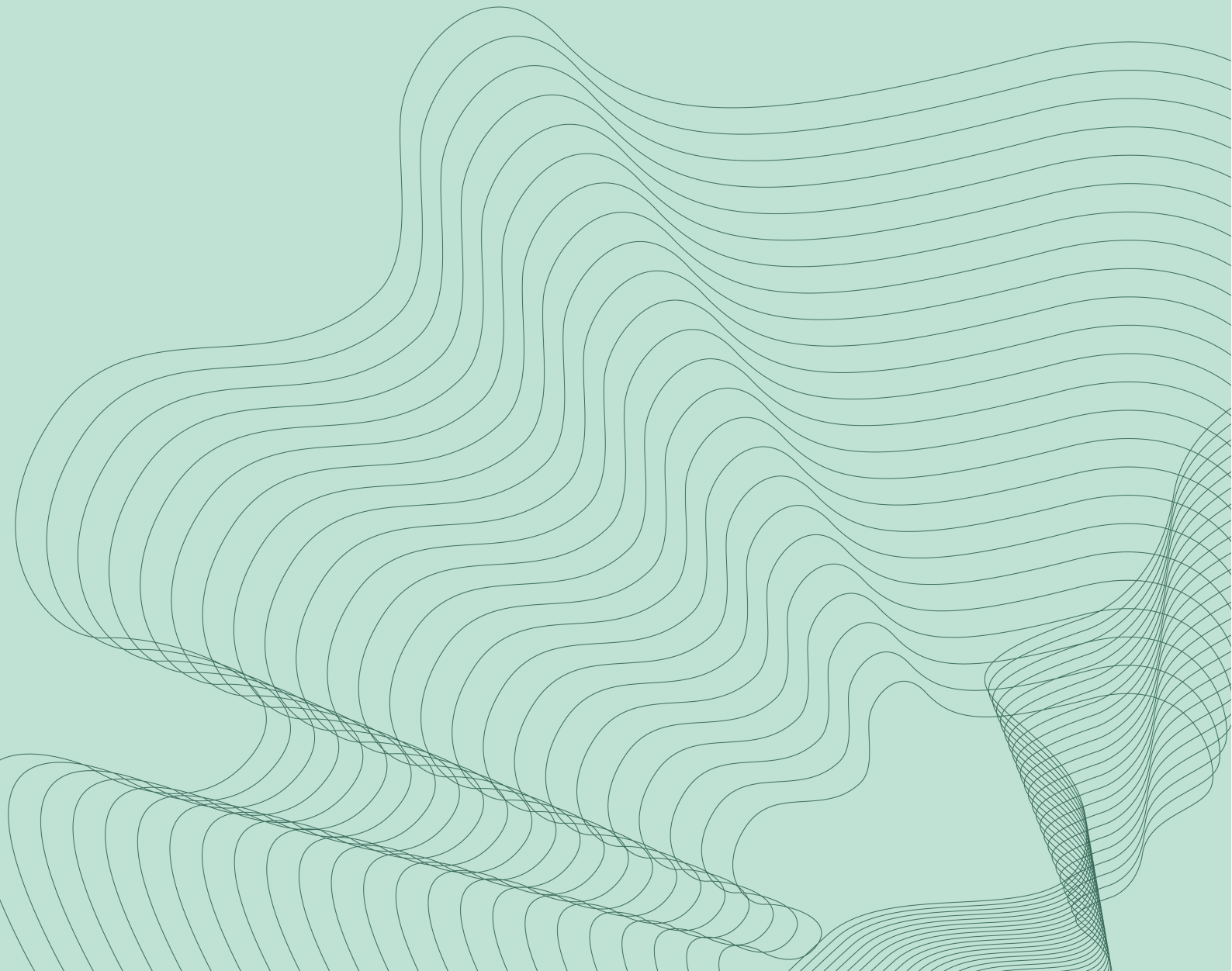
Mit der Innovationsstrategie schafft die Landesregierung das strategische Fundament für innovationspolitische Entscheidungen des Landes. Sie unterstützt eine effektive und fokussierte Innovationspolitik in NRW. Ein harmonisierter und klug verzahnter Einsatz der verschiedenen Fördermittel von Land, Bund und EU, die im weiteren Sinne innovationsrelevant sind, sowie die gezielte Mobilisierung privaten Kapitals sind entscheidend, um eine kritische Masse an Investitionen zu erzielen und damit die Innovationskraft unseres Landes langfristig und wirksam zu stärken.

Dabei ist die Innovationsstrategie eng mit weiteren strategischen Ansätzen der Landesregierung verzahnt. Hierzu zählen u. a. die Nachhaltigkeitsstrategie, die Kreislaufwirtschaftsstrategie, die Energie- und Wärmestrategie, die Bioökonomiestrategie, die Fachkräfteoffensive NRW, die Roadmap Quantentechnologie NRW, die Luftfahrtindustriestrategie NRW, die Klimaanpassungsstrategie NRW und die Digitalstrategie NRW sowie Strategien und Konzepte in den Bereichen Wissenschaft und

Forschung, Digitalisierung, Mobilität, Gesundheit, Bildung und Gründung. Die unterschiedlichen Strategien setzen eigene fachliche Schwerpunkte, weisen zugleich aber zahlreiche Schnittstellen auf und zahlen wechselseitig aufeinander ein. Dies gilt insbesondere für ihre Umsetzung: Fachstrategien zeigen konkrete Herausforderungen, Bedarfe und Anwendungsfelder für Innovationen auf, während innovationspolitische Instrumente und Strukturen dazu beitragen, neue Lösungen zu entwickeln, in die Anwendung zu überführen und zu skalieren. So werden Synergien genutzt und die strategischen Ansätze der Landesregierung wirkungsvoll miteinander verknüpft.

Zugleich gibt die Innovationsstrategie Orientierung für die Weiterentwicklung des Innovationsökosystems, die Ausgestaltung innovationsförderlicher Maßnahmen und die ressortübergreifende Zusammenarbeit der Landesregierung. Ihr Anspruch geht jedoch darüber hinaus: Die vorliegende Strategie versteht sich nicht nur als Plan der Landesregierung, sondern als bewusste Einladung an Unternehmen, Forschung und die gesamte Gesellschaft, die Zukunft unseres Landes aktiv mitzugestalten.

2 DER INNOVATIONS-STANDORT NRW HEUTE



2 Der Innovationsstandort NRW heute

Nordrhein-Westfalen (NRW) ist ein Land, das Wandel seit Generationen gestaltet. Kaum eine Region Europas steht so exemplarisch für die Herausforderungen und Chancen einer Wirtschaft im Umbruch. Heute steht das Land erneut an einem historischen Punkt: Die Transformation hin zu einer klimaneutralen, digitalen, wissensbasierten und resilienten Wirtschaft ist ebenso tiefgreifend wie frühere Umbrüche – und eröffnet enorme Zukunftschancen. NRW ist bereit, diesen Wandel erneut als Motor für Fortschritt zu nutzen.

NRW verfügt über ein starkes wirtschaftliches Fundament, ein leistungsfähiges Innovations- und Gründungsökosystem – und über ungenutzte Potenziale, die gehoben werden können. Mit einer Wirtschaftsleistung von über 800 Milliarden Euro zählt das Land zu den größten Wirtschaftsregionen Europas. Ein dichtes Netzwerk aus Start-ups, etablierten Unternehmen, Hochschulen, Forschungseinrichtungen sowie wissensintensiven und technologieunterstützenden Dienstleistern bildet die Grundlage für dynamische Innovationsprozesse.

NRW zeichnet sich durch eine breit aufgestellte Branchenlandschaft mit ausgeprägten sektorspezifischen Kernkompetenzen aus, die vielfältige Chancen für Innovationen und neue Marktpotenziale eröffnet. Besondere Schwerpunkte im gesamtdeutschen Vergleich zeigen sich insbesondere in unternehmensnahen, wissensintensiven Dienstleistungen, in der Gesundheitswirtschaft, im Maschinen- und Anlagenbau, in der Umweltwirtschaft sowie in der Chemie- und Kunststoffindustrie.

Regionale Schwerpunkte – etwa Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in der Region Aachen, die stahl- und metallverarbeitende Industrie in den Regionen Bergisches Städtedreieck und Südwestfalen, wissensintensive Dienstleistungen in den Regionen Düsseldorf und Köln/Bonn, die Energie-, Wasser- und Abfallwirtschaft in der Metropole Ruhr, die Ernährungswirtschaft im Münsterland, die chemische Industrie im Rheinland oder die Nahrungsmittelindustrie in Ostwestfalen-Lippe[1] – tragen gleichermaßen zur Profilbildung des Landes bei. Diese Vielfalt von Akteuren, Branchen und Regionen bietet eine solide Basis für die Erschließung zukünftiger Innovationspotenziale.

Die Innovationskraft NRWs ist im europäischen Vergleich deutlich sichtbar. Laut dem Regional Innovation Scoreboard der Europäischen Kommission zeigen viele Teile des Landes überdurchschnittliche Innovationsdynamiken. Zu den NRW-spezifischen Stärken zählen insbesondere die hohe Zahl inkrementeller Innovationen in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), eine überdurchschnittliche Beschäftigung in innovativen KMU sowie die große Zahl an Markenanmeldungen.

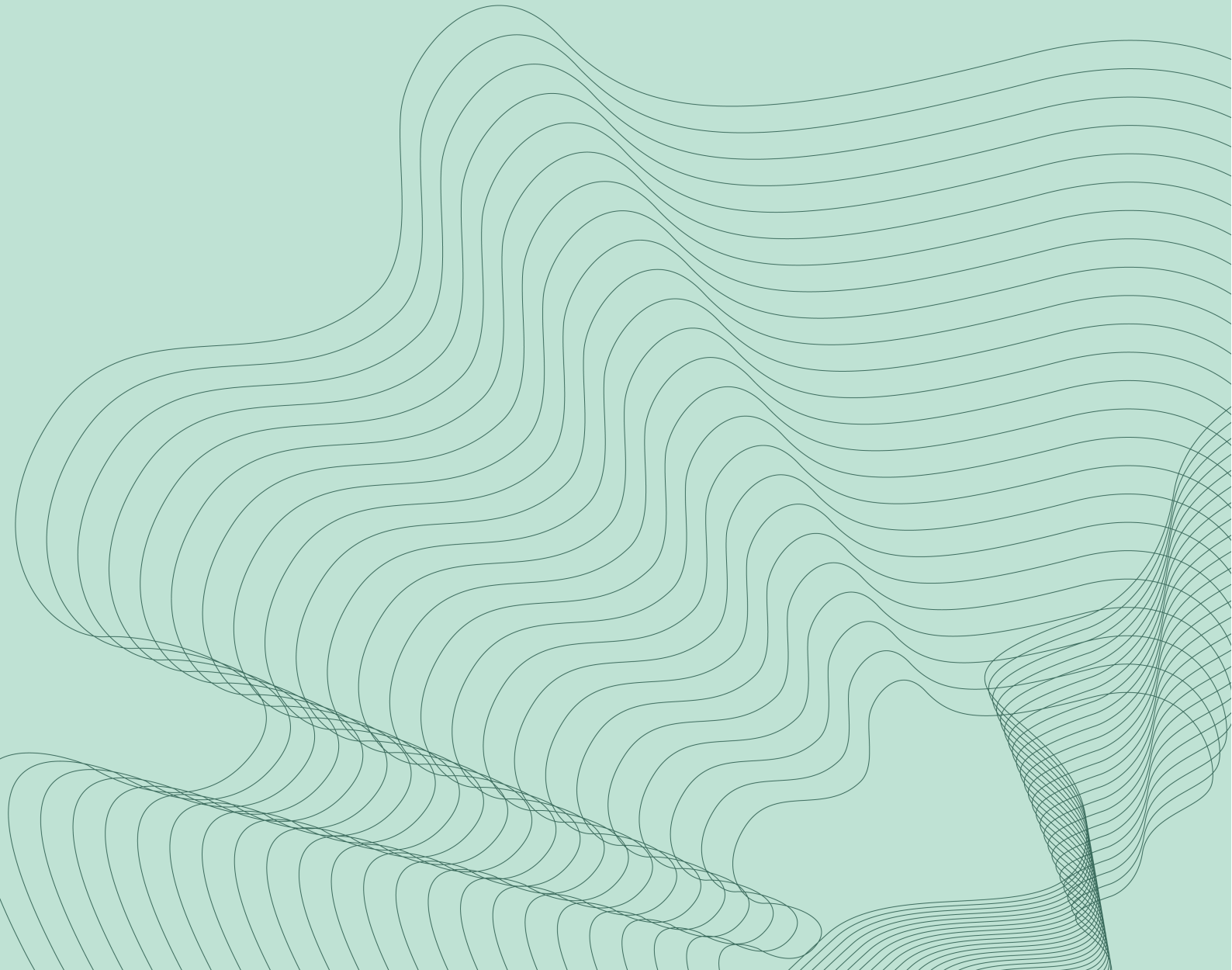
Diese innovative Stärke basiert auf einer außerordentlich dichten und breit aufgestellten, leistungsfähigen Forschungs- und Wissenschaftslandschaft. Knapp 80 Hochschulen, über 50 außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, weitere an Hochschulen angesiedelte Forschungsinstitute sowie medizinische Fakultäten und Universitätskliniken prägen die Grundlagenforschung, die angewandten Wissenschaften und die Hochschulbildung im Land. Sie fungieren als Treiber technologischen Fortschritts und stärken durch enge Kooperationen mit Unternehmen, durch die Ausbildung qualifizierten Personals sowie

durch Ausgründungen die Wettbewerbsfähigkeit des Landes. Besonders in Hochtechnologiebranchen schaffen sie so die Grundlage für Wertschöpfung und eine zukunftsorientierte Regionalentwicklung. Die zahlreichen Forschungs- und Bildungseinrichtungen sowie die vielfältigen Weiterbildungsmöglichkeiten u.a. auch zu Zukunftskompetenzen und Nachhaltigkeitsbewusstsein sind damit ein wesentliches Rückgrat der Innovationskraft des Landes mit nationaler und internationaler Strahlkraft.

An der Schnittstelle von Wirtschaft und Wissenschaft haben sich über viele Jahre Netzwerke, Cluster und regionale Entwicklungsorganisationen sowie weitere Einrichtungen zur Innovationsunterstützung etabliert. Sie fördern die Vernetzung zwischen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und öffentlichen Akteuren, beschleunigen den Transfer von Wissen und Technologien und beraten insbesondere KMU zu innovationsbezogenen Fragestellungen[2]. Die Vielfalt der Akteure und Angebote geht mit einer breit aufgestellten Struktur einher, die unterschiedliche Unterstützungsstrukturen und -formate entlang der Innovation Journey umfasst. Eine übergreifende Koordinierung dieser institutionellen Unterstützungsstrukturen kann dazu beitragen, die bestehenden Angebote und Aktivitäten strategisch aufeinander abzustimmen.

Die bestehende Innovationsstärke NRWs eröffnet zahlreiche Chancen, die Wettbewerbsfähigkeit weiter zu steigern und zu den führenden Innovationsregionen in Deutschland und Europa aufzuschließen. Einerseits sollten die Aufwendungen für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten erhöht werden. Andererseits sollte der Fokus neben der Generierung neuer Ideen verstärkt auf der konsequenten Umsetzung dieser Ideen in marktfähige und skalierbare Lösungen liegen. Vor allem bei KMU zeigen sich hier noch strukturelle Schwächen: Während NRW über eine ausgeprägte Stärke in Forschung, Wissensgenerierung und Vernetzung sowie im Bereich inkrementeller Innovationen verfügt, gelingt es bislang noch zu selten, diese Potenziale in Wachstum, Marktdurchdringung und internationale Wettbewerbsfähigkeit zu übersetzen. Gelingt es, die Unterstützung entlang der Innovation Journey gezielt auf Skalierung, Umsetzung und Vermarktung auszurichten und die Koordination der Akteure weiter zu stärken, ist eine Positionierung unter den führenden Innovationsstandorten realistisch und gut erreichbar. Daraus folgt: Die Voraussetzungen sind vorhanden – jetzt kommt es darauf an, mit Entschlossenheit und Mut die nächsten Schritte zu gehen.

3 INNOVATIONSLAND NRW – VISION UND ZIELE



3 Innovationsland NRW – Vision und Ziele

Nordrhein-Westfalen (NRW) steht an einem Wendepunkt: Die wirtschaftliche Basis ist stark, die wissenschaftliche Dichte einzigartig – zugleich sind die Herausforderungen sehr groß. Daraus entsteht der Anspruch, Wandel nicht nur zu begleiten, sondern – wie vielfach überzeugend gezeigt – aktiv zu gestalten.

Innovationsland NRW – wo Zukunft durch Innovation gestaltet wird: technologisch führend, industriell verwurzelt, global wettbewerbsstark.

Zwei klare Entwicklungspfade machen diese Vision Schritt für Schritt zur Realität: NRW wird bestehende Wertschöpfung transformieren und neue Wachstumspfade an den Schnittstellen veränderter wirtschaftlicher, technologischer, geopolitischer, gesellschaftlicher und ökologischer Rahmenbedingungen durch Innovationen aufbauen. Forschung und Innovation wirken dort, wo sie gebraucht werden: in Unternehmen und im direkten Lebensumfeld der Menschen.

NRW nutzt seine dichte Innovations- und Wissenschaftslandschaft als Fundament. Exzellente Forschung, eine leistungsfähige Unternehmenslandschaft und vielfältige Intermediärstrukturen werden durch die strategische Ausrichtung entlang der Zukunftsthemen enger miteinander verzahnt. Die Innovationsstrategie schafft mit den fünf Zukunftsthemen Orientierung und setzt klare Prioritäten für die Weiterentwicklung des Innovationsstandorts. Kompetenzen und Aktivitäten werden in den definierten Zukunftsthemen gebündelt und strategisch fokussiert, sodass vorhandene regionale Stärken gezielt zur Entfaltung kommen. Öffentliche Innovationsförderung wird klar priorisiert und auf gemeinsame Ziele ausgerichtet, um ihre Wirksamkeit spürbar zu erhöhen. Eine enge Verzahnung der Akteure reduziert Schnittstellenverluste und führt zu mehr systemübergreifender Zusammenarbeit. Auf diese Weise leistet das Innovationsökosystem einen messbaren Beitrag zu Beschäftigung, Wertschöpfung, Klimaneutralität, resilienten Lieferketten sowie der Umwelt- und Lebensqualität in NRW. Innovation wird damit zu einem zentralen Hebel für die Erreichung der wirtschafts-, technologie-, klima-, gesundheits-, sicherheits- und gesellschaftspolitischen Ziele des Landes.

Das Land NRW verfolgt nachstehende übergeordnete Ziele für sein Innovationsökosystem:

Innovationsfähigkeit erhöhen und Kompetenzen wirksam vernetzen

NRW steigert seine Innovationsfähigkeit und sorgt dafür, dass regionale Stärken frühzeitig und systematisch zusammenwirken. Im Einzelnen heißt dies:

- Steigerung der Forschungs- und Entwicklungsquote (FuE-Quote) auf mindestens 3,5 % des Bruttoinlandsprodukts
- Erhöhung der FuE-Investitionen und Innovationsaktivitäten von Unternehmen
- Ausbau der Forschungsinfrastruktur
- Ausbau eines starken Talentpools durch Qualifizierung, Rekrutierung und Bindung von Fach- und Nachwuchskräften
- Hohe Beteiligung an nationalen und europäischen Förderprogrammen

- Weiterentwicklung hin zu einem leistungsfähigen, effizienten und für die Akteure leicht zugänglichen Innovationsökosystem
- Innovationswirksame Stärkung von frühphasigen Kooperationen sowie branchen- und technologieübergreifender Vernetzung
- Intensivierung einer auf strategische Komplementaritäten fokussierten überregionalen und internationalen Vernetzung von Forschung und Innovation

Verwertung beschleunigen und wirtschaftliche Wertschöpfung erneuern

Innovationen werden zügig in wirtschaftliche Anwendung gebracht und tragen gezielt zur Weiterentwicklung der regionalwirtschaftlichen Basis bei. Konkret bedeutet das:

- Beschleunigung und Erhöhung der Anzahl erfolgreicher Anwendungen von Forschungsergebnissen in marktfähige Produkte, Verfahren und Geschäftsmodelle
- Stärkung von Umsetzungspartnerschaften zwischen Forschung, Industrie und Anwendung entlang der gesamten Wertschöpfungsketten
- Erneuerung bestehender Wachstumspfade durch innovative Anwendung neuer Technologien und Überführung in zukunftsfähige Wertschöpfung

Innovation skalieren und neue Wachstumsfelder in den Zukunftsthemen etablieren

Erfolgreiche Innovationen finden Verbreitung, werden im Markt skaliert und begründen neue wirtschaftliche Schwerpunkte. Im Einzelnen bedeutet das:

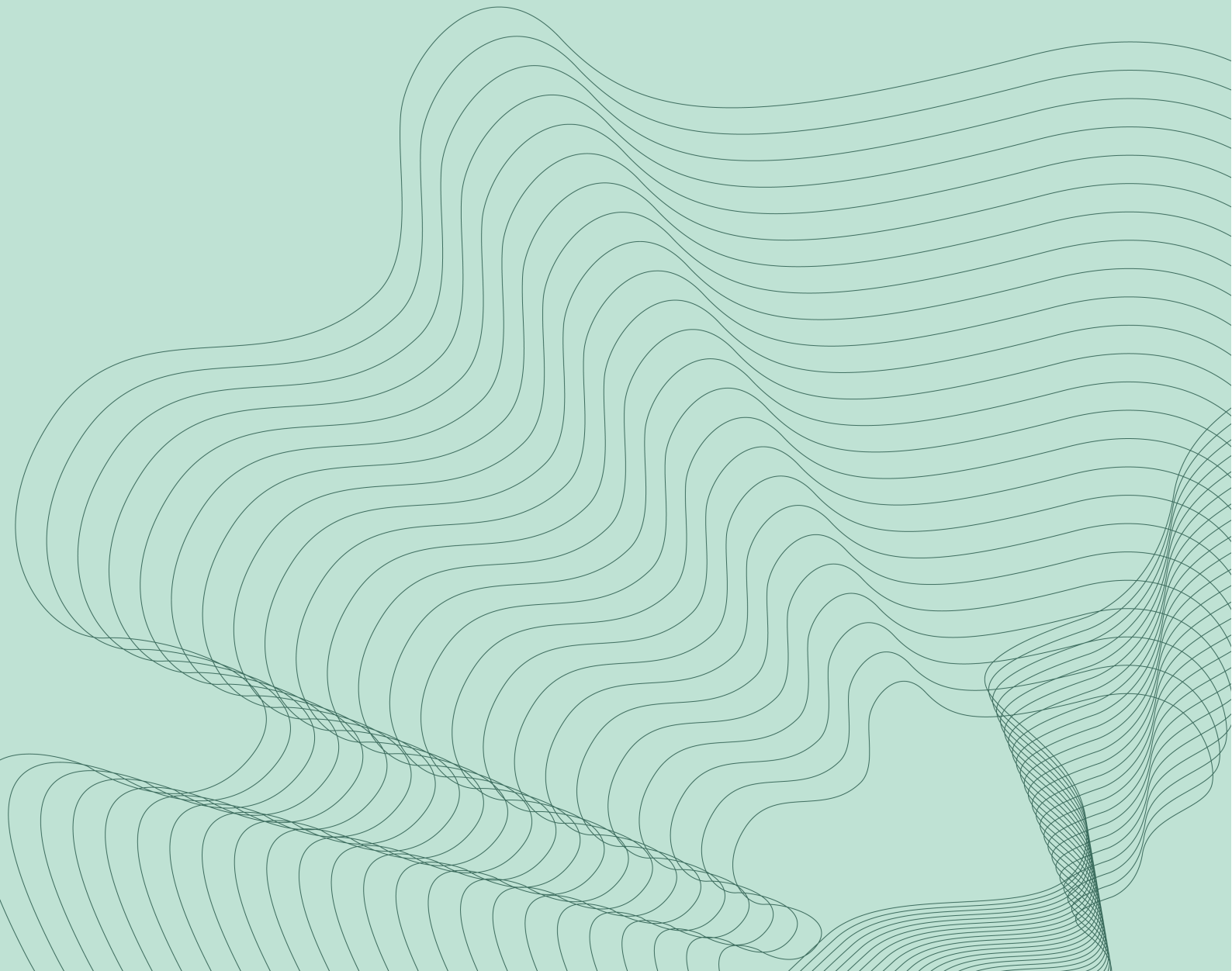
- Erhöhung der Innovationsbeteiligung von KMU sowie Gründungsunternehmen
- Steigende Verbreitung, Nutzung und Skalierung innovativer Lösungen in bestehenden Branchen und weltweiten Märkten
- Stärkung der Skalierungsfähigkeit innovativer Gründungen und Geschäftsideen
- Sichtbarkeit und Positionierung NRWs als führender Innovations- und Forschungsstandort für ausgewählte Zukunftsthemen
- Erhöhung technologieorientierter Auslandsinvestitionen und Ansiedlungen in den Zukunftsthemen

Die gewählten Zielsetzungen greifen strategisch ineinander: Eine höhere Innovationsleistung stärkt die Wettbewerbsfähigkeit, eine eng vernetzte Akteurslandschaft beschleunigt die Umsetzung und die klare Bündelung von Kompetenzen erhöht die Wirkung eingesetzter Mittel.

Die Innovationsstrategie verbindet damit die Stärken NRWs mit technologischer Entwicklung, wissenschaftliche Exzellenz mit wirtschaftlicher Anwendung und strategische Ausrichtung mit überprüfbaren Ergebnissen.

So gestaltet NRW seine Zukunft aus eigener Kraft – und erschließt die Wachstumspfade von morgen.

4 ZUKUNFTSTHEMEN



4 Zukunftsthemen

Nordrhein-Westfalen (NRW) steht vor einer Phase tiefgreifender Veränderungen. Technologien entwickeln sich in einer Geschwindigkeit, die neue Maßstäbe setzt. Globale Märkte ordnen sich neu, und die großen gesellschaftlichen Herausforderungen verlangen nach Lösungen, die heute noch kaum vorstellbar sind. In diesem Umfeld entstehen Chancen – für wissenschaftliche Durchbrüche, für Innovationen und für neue Wertschöpfung, die unser Land resilient und zukunftsfähig machen.

Die Innovationsstrategie richtet den Blick deshalb auf fünf Zukunftsthemen, die weit über einzelne Branchen hinausreichen. Es sind Felder, in denen sich technologische Dynamik, wirtschaftliche Stärke und gesellschaftliche Relevanz verbinden – und in denen NRW die Möglichkeit hat, aufgrund seiner Kompetenzen und technologischen Expertise, die Entwicklungen von morgen aktiv mitzugestalten:

- Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz und smarte Systeme
- Verteidigung, Aerospace und strategische Autonomie
- Life Science
- Klimaneutrale, zirkuläre Wirtschaft und ökologische Resilienz
- Vernetzte und nachhaltige Mobilität

Diese fünf Themen sind keine isolierten Innovationsinseln. Sie entfachen zum einen eine sektorübergreifende Wirkung und setzen Innovations- und Wachstumsimpulse in verschiedenen Märkten und Anwendungsfeldern. Zum anderen sind sie miteinander verwoben, verstärken sich gegenseitig und eröffnen neue Räume für Kooperationen zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft.

Die Zukunftsthemen markieren die Orte, an denen NRW seine Zukunft baut – mutig, vernetzt und mit dem Anspruch, die großen Fragen unserer Zeit aktiv zu beantworten. Die in Kapitel 3 formulierten übergreifenden Zielsetzungen bilden den strategischen Orientierungsrahmen für deren erfolgreiche Entwicklung.

Im Folgenden wird für jedes der fünf Zukunftsthemen gezeigt, welche wirtschaftlichen, wissenschaftlichen und intermediären Strukturen NRW besitzt, um deren Gestaltung maßgeblich aus eigener Kraft voranzutreiben. Zudem werden die zentralen Potenzialthemen eines jeden Zukunftsthemas vorgestellt, in denen die wesentlichen Impulse für Innovationen sowie deren Anwendungsfelder liegen. Ferner wird beschrieben, wie die Landesregierung die Rahmenbedingungen für jedes Zukunftsthema weiterentwickelt.

Ergänzend bündeln die im nachfolgenden Kapitel 5 dargestellten strategischen Handlungsfelder Investieren, Vernetzen, Übersetzen und Skalieren die themenübergreifenden Ansatzpunkte der Innovationsförderung und bilden damit einen gemeinsamen Rahmen für die Entwicklung und Umsetzung der fünf Zukunftsthemen. Es handelt sich dabei bewusst um keinen abgeschlossenen Maßnahmenplan. Vielmehr sieht die Innovationsstrategie mit dem Roadmapping (siehe Kapitel 6.2 Zukunft operationalisieren) einen adaptiven Prozess vor, in dem Umsetzungspläne unter Einbindung des Innovationsökosystems verfeinert und angepasst werden.

4.1 NEXT GEN COMPUTING, KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND SMARTE SYSTEME

4.1.1 Potenzialthemen entwickeln

4.1.2 Maßnahmen umsetzen

4.1.3 Innovationsstärken mobilisieren

4.1 Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz und smarte Systeme

Das Zukunftsthema „Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz (KI) und smarte Systeme“ steht für den technologischen Fortschritt in der digitalen Transformation von Industrie, Infrastruktur und Gesellschaft. Es vereint Schlüsseltechnologien, die Daten, Maschinen und Prozesse für ressourcenschonende und wirtschaftliche Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit intelligent vernetzen. Im Zusammenspiel von Hochleistungs- und Quantencomputing, KI und datengetriebenen Anwendungen entstehen Lösungen, die komplexe Prozesse schneller berechnen, industrielle Abläufe automatisieren und Ressourcen gezielter und schonender einsetzen. Smarte Systeme und vernetzte Robotik machen Produktion, Energieversorgung, Landwirtschaft oder Bauwesen effizienter und flexibler, während zuverlässige digitale Infrastrukturen und sichere Kommunikationsstandards die Grundlage für eine vernetzte, resiliente Wirtschaft bilden. So entsteht ein Zukunftsfeld, das die digitale Leistungsfähigkeit NRWs stärkt und die Basis für eine cybersichere, vernetzte, intelligente Zukunft legt.[3]

4.1.1 Potenzialthemen entwickeln

„Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz und smarte Systeme“ entwickeln sich zu zentralen Treibern von Produktivität, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit. Sie prägen zunehmend, wie industrielle Prozesse organisiert, Daten genutzt und neue Geschäftsmodelle realisiert werden. Für NRW ergibt sich daraus die strategische Chance, technologische Führungsansprüche mit einer starken industriellen und infrastrukturellen Basis zu verbinden. Die folgenden Potenzialthemen bündeln jene Innovations- und Anwendungsfelder, in denen technologische Entwicklungslinien und wirtschaftliche Anwendungsperspektiven zusammenkommen und besondere Hebel für Wertschöpfung, Transformation und Skalierung in NRW liegen:

- Next Generation Computing: High Performance-, Quanten- und Hybrid-Computing
- Künstliche Intelligenz und datengetriebene Wertschöpfung
- Digitale Infrastrukturen, Konnektivität und Cybersecurity
- Smarte Systeme, Robotik und industrielle Automation
- Digitale Schlüsselanwendungen in Industrie, Bau, Energie und Landwirtschaft

Next Generation Computing: High Performance-, Quanten- und Hybrid-Computing

Next Generation Computing bildet die technologische Grundlage für datenintensive Innovationen. Hoch- und Höchstleistungsrechnen (High Performance Computing, HPC) ermöglicht bereits heute die Verarbeitung großer Datenmengen sowie die Simulation komplexer industrieller und wissenschaftlicher Prozesse. Dadurch können beispielsweise digitale Zwillinge entwickelt, Produktionsprozesse optimiert oder neue Materialien und Energiesysteme virtuell erprobt werden, bevor sie in die praktische Anwendung überführt werden. Quantencomputing erweitert perspektivisch diese Möglichkeiten um eine neue Rechengeneration für besonders rechenintensive Fragestellungen.

Insbesondere bei der Simulation atomarer und molekularer Prozesse, der Werkstoffentwicklung oder der Optimierung komplexer Systeme eröffnet es neue Lösungsansätze. Parallel treiben Innovationen in den Quantentechnologien – wie z.B. in den Bereichen Quantenhardware, skalierbare Qubit-Architekturen, Quantensensorik und Quantenmetrologie – die Entwicklung leistungsfähiger Quantensysteme voran.

Die eigentliche Innovationsdynamik entsteht jedoch durch die Verknüpfung beider Rechenwelten. Hybrid-Quantum-HPC kombiniert die Leistungsfähigkeit klassischer Hochleistungsrechner mit den spezifischen Stärken des Quantencomputings. Dadurch können komplexe Berechnungen künftig effizient zwischen beiden Architekturen aufgeteilt und insbesondere Anwendungen in Industrie, Materialentwicklung, Sensorik sowie perspektivisch auch in den Life Sciences beschleunigt werden.

Ergänzt wird diese Entwicklung durch energieeffizientes, beschleunigtes Hybrid-Computing (HPC–AI–Quantum) für Wissenschaft und Industrie. Fortschritte bei energieeffizienten Rechenarchitekturen, GPU- (Graphic Processing Unit), KI-Beschleuniger- und FPGA (Field-Programmable Gate Array)-basierten Systemen, perspektivisch neuromorphen Rechenarchitekturen sowie intelligentem Workload-Management ermöglichen es, Hochleistungsrechnen, Künstliche Intelligenz und Quantencomputing effizient miteinander zu verbinden. Innovationen in diesem Feld tragen dazu bei, KI-Systeme und Rechenzentren energie- und ressourceneffizient zu entwickeln und zu betreiben. Insbesondere durch die Entwicklung energieeffizienter Rechenarchitekturen sowie hybrider HPC–AI–Quantum-Systeme werden die technologischen Voraussetzungen für ressourceneffiziente KI-Anwendungen (Green AI) geschaffen.

Von den Potenzialen profitieren insbesondere die Branchen digitale Wirtschaft, Energie, Mobilität sowie forschungsintensive Industrien wie Maschinenbau oder Chemie.

Der globale Wettbewerb um technologische Souveränität in Bereichen wie Hoch- und Höchstleistungsrechnen und Quantencomputing verstärkt die strategische Bedeutung dieses Potenzialthemas zusätzlich. Europäische Initiativen[4], wie die EU Quantum Strategie, unterstreichen die Notwendigkeit, Kompetenzen in diesen Schlüsseltechnologien gezielt auszubauen.

Künstliche Intelligenz und datengetriebene Wertschöpfung

Künstliche Intelligenz bildet einen zentralen Hebel zur Transformation industrieller und dienstleistungsorientierter Wertschöpfung. Sie ermöglicht es, große Datenmengen detaillierter zu analysieren, Prozesse flexibler zu automatisieren und Entscheidungen datenbasiert zu optimieren. Der globale Trend zur datengetriebenen Wertschöpfung sowie der zunehmende Wettbewerbsdruck in der Automatisierung industrieller Prozesse verstärken die strategische Relevanz dieses Potenzialthemas zusätzlich.

In der industriellen Anwendung geht diese Entwicklung zunehmend über datenbasierte Analyse- und Entscheidungsunterstützung hinaus. Mit Physical AI werden KI-Methoden in sensor- und aktorbasierte Systeme (Softwaresysteme, die auf unabhängigen, nachrichtengetriebenen Akteuren basieren) eingebettet, so dass

Maschinen, Roboter und Anlagen ihre Umgebung wahrnehmen, Prozesszustände interpretieren und in definierten, sicheren Grenzen Handlungen auslösen oder vorschlagen können. In Verbindung mit digitalen Zwillingen, Edge AI und industrieller Datenintegration entstehen Anwendungen wie KI-gestützte Qualitätskontrolle und Predictive Maintenance – Bausteine hochflexibler, selbstoptimierender Produktionssysteme, die sich dynamisch an Nachfrage, Störungen oder Ressourcenverfügbarkeit anpassen können.

Gleichzeitig entstehen neue datengetriebene Geschäftsmodelle, etwa durch die Integration von Datenplattformen und digitalen Services. Die digitale Industrie fungiert dabei als zentraler Enabler der industriellen Transformation und bildet eine wesentliche Grundlage für die Weiterentwicklung von Industrie-4.0-Anwendungen und datengetriebenen Produktionssystemen.

Eine herausragende Forschungslandschaft und wachsende Unternehmensbasis schaffen in NRW starke Voraussetzungen, um KI aus Forschung und Entwicklung in sichere wirtschaftliche Anwendung zu bringen. Das Potenzial liegt vor allem dort, wo KI mit industriellen Daten, Prozesswissen und konkreten Anwendungsfällen verbunden wird – etwa in Produktion, Logistik, Energie, Gesundheit, Verwaltung und wissensintensiven Dienstleistungen.

Auch in unternehmensübergreifenden Prozessen entfaltet KI zunehmend Wirkung, etwa in der Optimierung globaler Lieferketten, bei Investitionsentscheidungen oder in der Betrugsprävention. Darüber hinaus eröffnet sie neue Möglichkeiten in der Kreativwirtschaft und weiteren dienstleistungsorientierten Bereichen, etwa durch immersive Medienformate oder digitale Plattformlösungen.

Aus dieser breiten Anwendbarkeit ergibt sich eine hohe Relevanz aber auch Verantwortung dieses Potenzialthemas für nahezu alle industriellen Ökosysteme, insbesondere jedoch die industrielle Produktion, die Logistik, die Digitalwirtschaft sowie die Kreativwirtschaft. Neben Sicherheit, Qualitätssicherung, Produktsicherheit und Urheberschutz liegt daher begleitend auch ein Fokus auf Ressourceneffizienz und neuen KI-Methoden mit geringerem Rechen- und Speicheraufwand.

Digitale Infrastrukturen, Konnektivität und Cybersecurity

Digitale Infrastrukturen bilden die Grundlage für die Vernetzung von Systemen und die Skalierung datengetriebener Anwendungen. Moderne Kommunikationsnetze wie 5G und perspektivisch 6G ermöglichen eine nahezu verzögerungsfreie Datenübertragung und sind Voraussetzung für Anwendungen wie vernetzte Produktion oder autonome Systeme.

Ergänzt werden diese durch leistungsfähige Daten- und Cloud-Infrastrukturen, die die Verarbeitung und Integration großer Datenmengen ermöglichen. Gleichzeitig gewinnen sichere und vertrauenswürdige Systeme an Bedeutung.

Cybersecurity, KI-Governance, Datenschutz, Verschlüsselungstechnologien, Modell- und Datensouveränität, Auditierbarkeit von Modellen sowie der Schutz kritischer Infrastrukturen werden zu zentralen Voraussetzungen für eine funktionierende digitale Wirtschaft. Hierfür entwickelt das Exzellenzcluster CASA in Bochum u.a. eine quantensichere Kryptografie und neuartige Strategien zur Bekämpfung

groß angelegter Cyberbedrohungen. Innovationen in der Quantenkommunikation sowie in der Entwicklung resilienter IT-Systeme tragen dazu bei, zukünftige Sicherheitsanforderungen zur Cyberabwehr zu adressieren und digitale Souveränität zu stärken.

Dieses Potenzialthema betrifft insbesondere die Digitalwirtschaft, den öffentlichen Sektor, die Energieversorgung sowie alle industriellen Anwendungen mit hoher Vernetzungsintensität.

Die Kombination aus industrieller Basis und wachsender Digitalwirtschaft bietet ideale Voraussetzungen für die Entwicklung und Anwendung neuer Infrastrukturlösungen. Gleichzeitig erhöht die Bedeutung kritischer Infrastrukturen – insbesondere in Energie, Mobilität und Industrie – den Bedarf an resilienten und sicheren Systemen.

Smarte Systeme, Robotik und industrielle Automation

Smarte Systeme übertragen digitale Intelligenz in physische Anwendungen. Durch die Kombination von Sensorik, KI und Aktorik entstehen Systeme, die Prozesse autonom oder teilautonom steuern und optimieren können. Simulationstechnologien zur Automatisierung/Robotersteuerung werden zur virtuellen Planung, Erprobung und Optimierung komplexer Produktions- und Robotiksysteme eingesetzt.

In der Industrie ermöglichen vernetzte Produktionssysteme, modulare Anlagen mit Hilfe von kognitiver und vernetzter Robotik eine flexible und effiziente Fertigung. Durch Machine Learning findet eine datenbasierte Optimierung von Produktionsprozessen und Qualitätskontrolle statt. Mensch-Roboter-Interaktionen, etwa durch Cobots, Assistenzsysteme oder Exoskelette, verbessern Arbeitsprozesse und tragen zur Entlastung von Fachkräften bei.

Echtzeit-Datenverarbeitung und vernetzte Sensorik ermöglichen zudem eine kontinuierliche Überwachung und Optimierung von Prozessen. Konzepte wie Smart Factory oder Plug-&-Produce-Systeme schaffen die Grundlage für hochflexible Produktionsumgebungen. Gleichzeitig eröffnet die Additive Fertigung in Industrie und Bau neue Möglichkeiten für flexible Produktionsprozesse, Rapid Prototyping sowie für ressourceneffiziente und individualisierte Fertigungslösungen.

Die größten Hebel dieses Potenzialthemas liegen damit insbesondere in der industriellen Produktion, dem Maschinenbau sowie in logistiknahen Industrien, wo direkt an bestehende Stärken NRWs angeknüpft werden kann. Die starke industrielle Basis NRWs, insbesondere im Maschinenbau und in der Produktion, bietet ein breites Anwendungsfeld für smarte Systeme und Automatisierungslösungen.

Der steigende Fachkräftemangel sowie der zunehmende internationale Wettbewerbsdruck erhöhen den Bedarf an effizienten und automatisierten Produktionssystemen. Gleichzeitig eröffnet die Kombination aus industrieller Stärke und digitaler Kompetenz besondere Chancen, Innovationen direkt in der Anwendung zu entwickeln und zu skalieren.[5]

Digitale Schlüsselanwendungen in Industrie, Bau, Energie und Landwirtschaft

Die Breitenwirkung des Zukunftsthemas zeigt sich insbesondere in der Anwendung digitaler Technologien in zentralen

Wirtschaftsbereichen. So wird in der Energieversorgung eine Optimierung und in der Industrie eine effizientere und flexiblere Fertigung durch vernetzte Produktionssysteme und digitale Zwillinge ermöglicht.

Im Bauwesen eröffnen digitale Planungs- und Steuerungstools, etwa durch den Einsatz von Computer Vision, Drohnen oder Building Information Modeling, neue Möglichkeiten der smarten Bauplanung für Effizienz, Zirkularität und Transparenz. Smart-City-Ansätze verbinden darüber hinaus unterschiedliche Infrastrukturen und tragen zu einer nachhaltigen, ökologischen und lebenswerten Entwicklung urbaner Räume bei.

Im Energiesektor ermöglichen digitale Technologien eine bessere Steuerung und Integration erneuerbarer Energien, etwa durch Smart Grids, virtuelle Kraftwerke oder KI-gestütztes Lastmanagement.

Auch in der Landwirtschaft gewinnt Smart Farming an Bedeutung. Precision Farming, KI-gestützte Entscheidungsmodelle sowie robotische Anwendungen ermöglichen eine effizientere und ressourcenschonendere Produktion.

Die diversifizierte Wirtschaftsstruktur NRWs bietet ideale Voraussetzungen, um digitale Innovationen sektorübergreifend zu entwickeln und anzuwenden. Dieses Potenzialthema adressiert insbesondere die Branchen Produktion, Bau, Energie und Landwirtschaft und verdeutlicht die breite Wirkung digitaler Innovationen.

Gleichzeitig stehen diese Branchen unter erheblichem Transformationsdruck[6]– etwa durch Klimaziele, steigende Effizienzanforderungen oder veränderte Marktbedingungen. Digitale Technologien werden damit zu einem zentralen Hebel, um Wettbewerbsfähigkeit und ökologische Tragfähigkeit zu sichern.

4.1.2 Maßnahmen umsetzen

Die Landesregierung entwickelt die Voraussetzungen und Instrumente für das Zukunftsthema „Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz und smarte Systeme“ gezielt weiter, damit Computing-, KI- und Deep-Tech-Kompetenzen zügig in industrielle Nutzung, neue Geschäftsmodelle und skalierbare Wertschöpfung übersetzt werden.

Investieren: NRW stärkt Rechenkapazitäten, Schlüsseltechnologien und die frühe industrielle Nutzbarmachung

NRW richtet seine Investitionen in diesem Zukunftsthema gezielt auf die Grundlagen der nächsten Generation digitaler Wertschöpfung aus. Die Landesregierung stärkt ressourcenschonende, leistungsfähige Rechen- und Entwicklungsinfrastrukturen, investiert in KI-, Quanten- und Mikroelektroniktechnologien sowie in Talente und Kompetenzen für neue daten- und modellgetriebene Anwendungen. Dabei verbindet das Land wissenschaftliche Exzellenz, technologische Souveränität und industrielle Nutzbarkeit mit dem Ziel, neue digitale Technologien zügig in sichere Anwendung und Wertschöpfung zu überführen.

NRW stärkt das Feld des Höchstleistungsrechnens durch kontinuierliche Investitionen in die HPC-Infrastruktur, in hybride Rechnersysteme und in Service-Strukturen, die Wissenschaft und Wirtschaft gezielt beim Zugang zu leistungsfähigen

Recheninfrastrukturen und der Nutzung für Forschung und Entwicklung unterstützen. Mit JUPITER am Forschungszentrum Jülich verfügt NRW über Europas ersten Exascale-Supercomputer und einen zentralen Baustein für souveräne Rechenkapazitäten, KI-Modellentwicklung und wissenschaftlich-industrielle Anwendungen. Über die JUPITER AI Factory wird diese Infrastruktur künftig weiter für Start-ups, Mittelstand, Industrie, Forschung und öffentlichen Sektor geöffnet und damit als europäischer Zugangspunkt für die Entwicklung, Erprobung und Skalierung leistungsfähiger KI-Anwendungen nutzbar gemacht. Dabei setzt sich die Landesregierung auch für die Schaffung neuer Zugangsmodelle zu kommerziellen Rechenkapazitäten ein, etwa durch die Beschaffung von Rechenzeitkontingenten, um Wissenschaft und Wirtschaft frühzeitig an neue HPC-Umgebungen anzuschließen. Bestehende Ansätze werden gestärkt, darunter die Förderung von EuroHPC-Verbundprojekten durch die NRW.BANK. Auch das Netzwerk HPC.NRW sichert den landesweiten, strukturierten Zugang zu Höchstleistungsrechnern für Hochschulen und Forschungseinrichtungen durch die Vernetzung der Recheninfrastrukturen im Land. So kann NRW die europäische Entwicklung im Höchstleistungsrechnen aktiv mitgestalten.

Ein Investitionsschwerpunkt NRWs liegt zudem in KI-Spitzenforschung, anwendungsnahe KI-Entwicklung und Leuchtturmvorhaben für den Transfer. Mit KI.NRW verfügt das Land über eine zentrale Plattform, die KI-Kompetenzen bündelt, Unternehmen und Forschungseinrichtungen zusammenführt, Transfer unterstützt und die Diffusion von KI insbesondere im Mittelstand voranbringt. Konkret unterstützt KI.NRW Unternehmen bei Orientierung, verantwortungsvoller Einführung sowie in der Befähigung der Mitarbeitenden im Sinne der EU KI-Verordnung. Im Rahmen der Dachmarke „Flagships powered by KI.NRW“ stärkt NRW gezielt KI-Leuchtturmvorhaben, die Technologietransfer, Kooperation und Sichtbarkeit in diesem Zukunftsthema voranbringen.

Ergänzend fördert das Land im Förderprogramm NEXT.IN.NRW gegenwärtig Projekte, um innovative Ideen, Dienstleistungen und Produkte aus KI, Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) und angrenzenden Feldern in die Entwicklung und Anwendung zu bringen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf strategischen Schlüsseltechnologien der Mikroelektronik und des Advanced Packaging. Mit APECS-NRW[7] stärkt NRW gemeinsam mit Bund und EU im Rahmen des EU Chips Act die Forschung und Entwicklung resilienter mikroelektronischer Systeme und ihrer Integration. Gerade für Next Gen Computing, KI-Beschleuniger, Edge-Systeme und smarte industrielle Anwendungen ist dies ein wichtiger Baustein, um die technologische Leistungsfähigkeit NRWs in europäischen Wertschöpfungsketten weiter auszubauen.

Auch im Feld der Quantentechnologien verbindet NRW Infrastruktur, Technologieentwicklung und industrielle Nutzbarkeit strategisch miteinander. Die Landesregierung stärkt den Standort Jülich als zentrales europäisches Entwicklungs- und Anwendungszentrum für neues Computing und positioniert NRW damit als starken Standort für Quanten- und Hybridrechnen. Mit der Jülicher Nutzer-Infrastruktur für Quantencomputing (JUNIQ) baut das Land den Zugang zu Quantencomputern für Wissenschaft und Wirtschaft weiter

aus, mit dem Aufbau des Helmholtz Quantum Center unterstützt es die Hardwareentwicklung, und mit Vorhaben wie EPIQ[8] treibt NRW gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Wirtschaft die Entwicklung anwendungsnaher Quantensysteme voran. Künftig verbindet NRW seine Kompetenzen in Quantencomputing, Quantenkommunikation, Hardwareentwicklung und Anwendung zudem noch enger mit nationalen Förder- und Skalierungspfaden und bringt sich gezielt in die Quantentechnologie-Roadmap der Hightech Agenda Deutschland ein. Dafür nutzt NRW die innovationspolitischen Instrumente des Bundes wie zum Beispiel die geplanten Quantum-Leuchtturmvorhaben mit der Quantum Computing Competition sowie die Fachkräfteinitiative Quantum Future Professionals als Wirkhebel auf Landesebene.

NRW investiert zudem in Talente, Qualifizierung und die nächste Generation digitaler Fachkräfte, die für Entwicklung, Einführung und wirtschaftliche Nutzung neuer digitaler Anwendungen erforderlich sind. Dafür stärkt das Land gezielt die Kompetenzbasis für den Einsatz von KI in betrieblicher Praxis. Ergänzend schafft KI:edu.nrw wichtige Anknüpfungspunkte, um KI-Kompetenzen in Hochschule, Lehre und Qualifizierung breit zu verankern.

Vernetzen: Die Landesregierung verbindet KI-, Computing- und Industriesysteme zu starken Entwicklungsallianzen

Im Zukunftsthema „Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz und smarte Systeme“ ist Vernetzung ein zentraler Produktionsfaktor von Innovation. NRW stärkt deshalb gezielt die Zusammenarbeit zwischen Forschung, Mittelstand, Start-ups, industriellen Anwendern und Intermediären. Die Landesregierung richtet ihre Vernetzungsansätze auf gemeinsame Entwicklungs- und Anwendungspfade aus und verbindet digitale Exzellenzmit den industriellen Kernen des Landes.

NRW nutzt seine Plattformen und Netzwerke künftig systematisch, um KI und smarte Systeme in die Breite der industriellen Anwendung zu tragen. KI.NRW wird als landesweite Plattform weiterentwickelt, um KI-Kompetenzen, Informationsangebote, Vernetzung, Co-Creation und Diffusion effizient zusammenzuführen, Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Transferakteure enger zu verbinden und den Einsatz von KI insbesondere im Mittelstand zu stärken. Mit etablierten Clustern wie it’s OWL stärkt NRW zudem das Zusammenwirken von Forschung, Mittelstand und industrieller Umsetzung im Feld intelligenter technischer Systeme. Die Landesregierung richtet diese Vernetzungsstrukturen auf gemeinsame Entwicklungs- und Anwendungspfade aus und verstärkt ihre Wirkung in Richtung industrieller Modernisierung, neuer Geschäftsmodelle und neuer Wertschöpfung – auch in angrenzende Clusterbereiche (u.a. ProduktionNRW, Logistik.NRW, Medizin.NRW). Auch im Bereich Future Computing und Quantentechnologien stärkt NRW anwendungsorientierte Ökosysteme aus Forschung, Technologieentwicklung und industrieller Anwendung. Plattformen wie EIN Quantum NRW und NMWP.NRW unterstützen Ausbildung, Innovation, Vernetzung und Sichtbarkeit. Mit der Quantentechnologie-Roadmap NRW werden die Stärken, Bedarfe und gemeinsame Innovationspfade im Land kontinuierlich weiterentwickelt. Dafür stärken die Cluster die Brücken zwischen Material-

, Photonik-, Mikrosystem- und Computing-Kompetenzen.

Übersetzen: NRW beschleunigt den Transfer von KI, Quantentechnologien und smarten Systemen in Anwendung

NRW richtet den Transfer in diesem Zukunftsthemaauf frühe Anwendungsreife, neue Unternehmen und schnelle Erprobung aus. Gerade bei KI, neuen Rechenarchitekturen und smarten Systemen messen sich Erfolgs- und Wachstumschancen für Innovationen daran, wie schnell neue Ansätze in Entwicklungsumgebungen, industrielle Prozesse, neue Produkte und belastbare Geschäftsmodelle übergehen. Die Landesregierung stärkt deshalb Transferpfade, die wissenschaftliche Exzellenz enger mit Unternehmertum, Marktreife und industrieller Nutzung verbinden. Ein beschleunigter Technologietransfer setzt zugleich voraus, nationale und europäische Sicherheits- und Risikofragen frühzeitig zu berücksichtigen. NRW verbindet die Förderung und Erprobung neuer KI-, Computing- und Hardwarelösungen deshalb mit angemessenen Anforderungen an ihre IT- und Cybersicherheit. Dabei sollen neben bekannten Schwachstellen auch neuartige und bislang nicht vollständig absehbare Risiken berücksichtigt werden. Insbesondere beim Einsatz von KI-Anwendungen in kritischen Infrastrukturen und anderen besonders schutzbedürftigen Bereichen sind die Systeme entsprechend ihrem jeweiligen Risikopotenzial und Schutzbedarf zu bewerten und abzusichern. Auf diese Weise unterstützt das Land Innovationen, die nicht nur schnell zur Anwendung gelangen, sondern auch sicher, verlässlich und verantwortungsvoll eingesetzt werden können.

Die Landesregierung setzt daher gezielt auf die Unterstützung von Deep-Tech-Gründungen sowie auf die Weiterentwicklung von Transferpfaden aus der Forschung. Mit High-Tech.NRW und dem zugehörigen High-Tech.NRW Accelerator stärkt NRW gezielt die Entwicklung forschungsnaher Deep-Tech Start-ups in Richtung Anwendung, Geschäftsmodellentwicklung und Marktreife. Ergänzend stärkt das AI Center for Entrepreneurship.NRW (AICE.NRW) die unternehmerische Übersetzung von KI-Kompetenzen und die Sensibilisierung gegenüber potenziellen Risiken in neue Gründungen und Wachstumsunternehmen. NRW richtet diese Ansätze auf die spezifischen Anforderungen von KI-, Computing- und hardware-nahen Deep-Tech-Vorhaben aus und stärkt damit gezielt die Brücke zwischen Forschungsspitze und unternehmerischer Umsetzung. Ergänzend stärkt NRW mit der Weiterentwicklung der NRW Hubs die unternehmerische Übersetzung digitaler Innovationen und schafft zusätzliche Schnittstellen für Anwendung, Gründung, Vernetzung und die Überführung von KI- und Softwarekompetenzen in marktfähige, sichere Geschäftsmodelle.

NRW schafft darüber hinaus spezialisierte Transferpfade für neue, ressourceneffiziente und wirtschaftliche Hardware- und Quantentechnologien, damit technologische Durchbrüche frühzeitig in industrielle Nutzung übergehen. Mit Neuro-Trans.NRW baut NRW einen Transferknoten für neuromorphe Hardware weiter aus und stärkt damit gezielt die wirtschaftliche Nutzbarmachung neuer rechen- und energieeffizienter Architekturen. Das Land bringt diesen Ansatz gezielt mit industriellen Anwendungskontexten, Forschungspartnern und technologieorientierten Entwicklungsprojekten

zusammen, damit neue Hardwareentwicklungen früher in Erprobung und konkrete Nutzung übergehen. Die aus dem Zukunftscluster NeuroSys entstandenen Strukturen sollen künftig weiter verstetigt und mit landesseitigen Transferstrukturen und Innovationsökosystemen verwoben werden.

Auch im Quantenbereich richtet NRW seinen Transferansatz konsequent auf schnelle Anwendung aus. Die Landesregierung stärkt gemeinschaftlich genutzte Infrastrukturen, Testfelder und anwendungsnahe Entwicklungsumgebungen und beschleunigt so den Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Industrie. NRW entwickelt dafür ein Umsetzungsprogramm zur Einführung von Quantentechnologien in der Wirtschaft weiter und verbindet die starke Forschungsbasis des Landes eng mit Erprobung, Demonstration und industrieller Nutzung. Gerade für dieses Zukunftsthema liegt darin ein strategischer Vorteil, weil neue Technologien in NRW früh gemeinsam mit Anwendern entwickelt, getestet und in marktfähige Entwicklungspfade überführt werden.

Darüber hinaus nutzt NRW systematisch die Rolle der öffentlichen Verwaltung als Innovationsakteur in diesem Zukunftsthema. Das Land setzt KI-Lösungen in der Verwaltung ein und erschließt neue Nutzungsmöglichkeiten auch für anspruchsvollere und sensible Anwendungsbereiche. Damit verbindet d Verwaltungsmodernisierung mit innovationsorientierter öffentlicher Beschaffung, Referenzbildung und der praktischen Erprobung sicherer KI-Lösungen im Land.

Skalieren: NRW stärkt Diffusion, öffentliche Nachfrage und neue Wachstumsfelder

NRW nutzt Diffusion, öffentliche Nachfrage und neue industrielle Leitmärkte gezielt, um KI- und Computing-Innovationen zügig in die Breite zu bringen. Im Zukunftsthema „Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz und smarte Systeme“ entscheidet sich Wettbewerbsfähigkeit nicht allein an technologischer Exzellenz, sondern daran, wie schnell Lösungen in breitere Anwendung, in Märkte und in industrielle Wertschöpfung übergehen. NRW stärkt deshalb gezielt die Voraussetzungen dafür, dass erfolgreiche Entwicklungen aus KI, smarten Systemen und neuen Computing-Ansätzen zügig in die Breite kommen. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf dem Mittelstand. Neben KI.NRW stärkt unter anderem das AI Village gegenwärtig das anwendungsnahe KI-Ökosystem des Landes als Ort für Entwicklung, Vernetzung und Sichtbarkeit und trägt dazu bei, KI-basierte Innovationen schnell in unternehmerische und öffentliche Anwendung zu bringen.

Zugleich entwickelt NRW gezielt neue industrielle Wachstumsfelder und frühe Referenzmärkte für KI- und smarte Systeme weiter. Dazu gehört insbesondere der Aufbau des Technologiefelds Robotik für NRW, weil smarte Systeme, KI, Sensorik und industrielle Automation in einem starken Industrieland wie NRW gerade dort ihre größte Hebelwirkung entfalten. Die Landesregierung stärkt damit die Verbindung von Software, Hardware und industrieller Anwendung und schafft zusätzliche Voraussetzungen dafür, dass intelligente Systeme in Produktion, Logistik und Infrastruktur breit eingeführt werden.

Darüber hinaus entwickelt NRW mit einer Public AI Engine einen neuen innovationsorientierten Beschaffungsansatz, der öffentliche Nachfrage gezielt als Skalierungshebel nutzt. Das Land bündelt damit Bedarfe über mehrere Organisationen hinweg, stärkt gemeinsame Standards und schafft frühe Referenzräume für regionale KI-Lösungen. NRW vermeidet auf diese Weise isolierte Einzelvergaben für gleiche Problemstellungen und richtet die Beschaffung auf gemeinsame, wirtschaftliche und interoperable Lösungen aus. Gerade in einem Zukunftsthema, das auf Daten, Plattformen und Standards angewiesen ist, stärkt die Landesregierung damit die Marktreife, Sichtbarkeit und Verbreitung innovativer Anwendungen.

Ergänzend nutzt NRW spezifische Skalierungsansätze, um KI-, Computing- und Deep-Tech-Unternehmen zügig in Wachstum, internationale Märkte und größere Finanzierungsrunden zu bringen. Scale-up.NRW unterstützt einzelne wachstumsstarke Start-ups, die unterschiedlichen Herausforderungen der Skalierung mit Know-how-Aufbau, Investorenformaten und Zugang zu relevanten Zielmärkten zu lösen. Auch baut das Programm eine landesweite Community auf, die Skalierungswissen bündelt und über verschiedene Formate zugänglich macht. Die NRW.BANK ergänzt das mit wachstumsorientierten und spezialisierten Beteiligungs- und Finanzierungsangeboten wie NRW.Venture EU Tech&Scale, das kapitalintensive Start-ups und Scale-ups in späteren Finanzierungsrunden adressiert und ausdrücklich Deep-Tech, Digitalisierung, KI, Robotics, Quantentechnologien, Halbleiter und weitere technologieintensive Felder fokussiert.

NRW stärkt zudem die Anschlussfähigkeit dieses Zukunftsthemas an nationale und europäische Wachstums- und Investitionspfade. Die Landesregierung begleitet europäische Initiativen aktiv und richtet ihre Wachstumsunterstützung so aus, dass sich KI-, Computing- und Deep-Tech-Unternehmen aus NRW an europäische Entwicklungspfade, neue Märkte und strategische Wertschöpfungsketten anschließen.

4.1.3 Innovationsstärken mobilisieren

NRW verfügt über eine starke industrielle Basis, eine wachsende Digitalwirtschaft sowie leistungsfähige Forschungs- und Innovationsstrukturen. Die breit aufgestellte Wirtschafts-, Wissenschafts-, Netzwerk- und Transferlandschaft bietet vielfältige Anknüpfungspunkte für die beschriebenen Potenzialthemen und Maßnahmen und unterstützt dabei, technologische Entwicklungen in den Bereichen Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz und smarte Systeme in wirtschaftliche und gesellschaftliche Anwendungen zu überführen.

Wirtschaftliche Spezialisierung

Für NRW ist das Zukunftsthema „Next Gen Computing, KI und smarte Systeme“ besonders relevant, weil digitale Schlüsseltechnologien hier auf große industrielle und infrastrukturelle Anwendungsräume aus verschiedenen industriellen Ökosystemen[9] treffen: Produktion und Maschinenbau, Energie, Logistik, Bau, Mobilität, Gesundheitswirtschaft, Lebensmittelindustrie und öffentliche Infrastrukturen bilden ein breites Referenzumfeld, in dem KI,

Computing und smarte Systeme unmittelbar in Produktivitäts-, Effizienz- und Transformationsgewinne übersetzt werden können.

Das industrielle Ökosystem[9] „Digitale Industrie“ stellt ein zentrales Fundament zur Spezialisierung innerhalb des Zukunftsthemas dar. Hier entstehen technologische Kompetenzen, Plattformen und Geschäftsmodelle für KI-Lösungen, smarte Systeme und datenbasierte Dienste. Mit einer Bruttowertschöpfung von rund 42 Mrd. Euro[10] und einer prognostizierten Zunahme um rund 18 % bis 2035[11] gehört die digitale Industrie zu den wirtschaftlich bedeutsamsten und dynamischsten industriellen Ökosystemen des Landes. Ergänzt wird dies durch ein Unternehmenswachstum von rund 6 %[12] sowie einem Beschäftigungszuwachs von rund 17 %[13].
Hinzu kommt eine wachsende KI-nahe Infrastruktur: Bei der installierten Rechenzentrumskapazität liegt NRW bundesweit auf Rang drei; rund 378 Megawatt (MW) sind installiert und weitere 750 MW angekündigt.[14] Damit verbessern sich die Voraussetzungen für die Entwicklung einer ”Digitalen Industrie“ in NRW, die damit zugleich Wachstumsträger sowie zentraler Katalysator für die Digitalisierung und intelligente Vernetzung weiterer Leitindustrien des Landes wird.
Ergänzend verfügt NRW über eine breite und technologieorientierte Akteurslandschaft aus etablierten Technologieanbietern, wachstumsstarken KI-Unternehmen und Deep-Tech-Akteuren. Deren technologisches Portfolio reicht von generativer KI, Sprach- und Texttechnologien sowie KI-basierten Unternehmensanwendungen über Optimierungs- und Simulationssoftware, Quantencomputing und Cybersecurity bis hin zu industrieller Automation und Robotik.

Eine besondere wirtschaftliche Hebelwirkung entfaltet das Zukunftsthema dort, wo digitale Technologien auf die industriellen Kerne des Landes treffen. In NRW kommt der Industrie, insbesondere der energieintensiven Industrie, dabei eine Schlüsselrolle zu: Sie bildet ein zentrales Anwendungsfeld für digitale Schlüsseltechnologien und zugleich einen entscheidenden Hebel für die Modernisierung der industriellen Basis des Landes. Mit einer Bruttowertschöpfung von rund 36 Mrd. Euro[15] und rund 406.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten[16] verfügt das Ökosystem „Energieintensive Industrie“ weiterhin über erhebliches wirtschaftliches und strukturelles ökonomisches Gewicht, das durch eine im Bundesvergleich überdurchschnittliche Konzentration unterstrichen wird. KI und smarte Systeme können hier als Anwendungs- und Transformationshebel wirken: durch intelligente Prozesssteuerung, vorausschauende Wartung, optimierten Energieeinsatz, höhere Materialeffizienz und datenbasierte Produktionsplanung im Maschinenbau[17]. So lassen sich industrielle Kerne unter Transformationsdruck wettbewerbsfähig halten.

Zu den zentralen Anwendungsräumen gehören auch die Agrar- und Lebensmittelindustrie sowie die Transport- und Logistikwirtschaft. Als einer der bedeutendsten Ernährungs-[18] und Logistikstandorte Europas[19] verfügt NRW über große Anwendungspotenziale für datengetriebene Innovationen, intelligente Automatisierung und vernetzte Steuerungssysteme[20], die dazu beitragen, Produktivität und Ressourceneffizienz zu steigern und die Resilienz von Wertschöpfungsketten zu stärken. Die enge Verflechtung dieser Wirtschaftsbereiche mit industrieller Produktion und digitaler Infrastruktur macht sie

zu wichtigen Anwendungsfeldern für KI und smarte Systeme.

Auch im industriellen Ökosystem der erneuerbaren Energien entsteht ein weiterer wichtiger Anwendungsraum. Digitale Steuerung, KI-basierte Prognosen und vernetzte Infrastrukturen können Erzeugung, Speicherung, Verbrauch und industrielle Nachfrage besser aufeinander abstimmen. Gleichzeitig erhöht der weitere Einsatz von KI selbst den Bedarf an Rechenleistung und Energie. Für NRW entsteht daraus ein strategischer Anknüpfungspunkt an der Schnittstelle von Energietechnologien, digitaler Steuerung und industrieller Anwendung.

Insgesamt zeigt sich: „Next Gen Computing, KI und smarte Systeme" sind für NRW weit mehr als ein eigenständiges Technologiefeld. Ihre strategische Bedeutung entsteht aus dem Zusammenspiel eines dynamischen, digitalen Innovationskerns mit großen industriellen und infrastrukturellen Anwendungsräumen. Während die digitale Industrie wirtschaftliche Stärke und Skalierungsfähigkeit bündelt, bieten energieintensive Industrie, erneuerbare Energien, Transport und Logistik, die Kreativwirtschaft sowie weitere industrielle Ökosysteme zentrale Anwendungsfelder für Produktivitäts-, Transformations- und Wertschöpfungseffekte.

Wissenschaftliche Exzellenz und Forschungsinfrastrukturen

NRW verfügt im Zukunftsthema „Next Gen Computing, KI und smarte Systeme" über eine leistungsfähige Wissenschafts- und Forschungslandschaft, die zentrale Grundlagen künftiger digitaler Wertschöpfung abdeckt. Ihre Stärke liegt in der Verbindung von Recheninfrastruktur, Hardwareforschung, KI- und Datenkompetenz, IT-Sicherheit sowie ingenieurwissenschaftlicher Systementwicklung von der Grundlagen- bis zur anwendungsorientierten Forschung und der Erforschung der Gestaltung einer digitalen Gesellschaft. Damit bietet NRW gute Voraussetzungen, neue digitale Schlüsseltechnologien nicht nur wissenschaftlich weiterzuentwickeln, sondern frühzeitig auf ihre Nutzbarkeit für Wirtschaft, Industrie und Gesellschaft auszurichten.

Exzellente wissenschaftliche Kompetenzen reichen von Grundlagenforschung in Informatik, Mathematik und Physik über Hochleistungsrechnen, Quanten- und neuromorphe Technologien bis hin zu Künstlicher Intelligenz, Datenanalyse und IT-Sicherheit. Diese wissenschaftliche Abdeckung im Zukunftsthema ist für NRW besonders relevant, da technologische Fortschritte zunehmend aus dem Zusammenspiel von Rechenleistung, Datenverfügbarkeit, intelligenten Algorithmen, neuer Hardware und sicheren Systemarchitekturen entstehen. NRW verfügt damit über eine Wissenschaftsbasis, die wesentliche technologische Entwicklungslinien des Zukunftsthemas miteinander verbindet. Die hohe Leistungsfähigkeit des Standorts zeigt sich auch in der Forschungsförderung. NRW gelang es über einen Dreijahreszeitraum im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien über 460 Mio. Euro FuE-Fördervolumen des Bundes zu akquirieren. Im gleichen Zeitraum flossen zusätzlich rund 270 Mio. Euro an Fördermittel in die Nanotechnologien und Werkstofftechnologien, um aus Forschungsergebnissen wertschöpfungsstarke Innovationen entwickeln zu können. Damit lag NRW deutlich vor anderen führenden Bundesländern.[21] Auch im Bereich der

Quantentechnologien nimmt NRW mit 24 Forschungsstandorten und 175,8 Mio. Euro an Förderung des Bundesforschungsministeriums eine starke Stellung ein.[22]

Mit dem Forschungszentrum Jülich, insbesondere dem Jülich Supercomputing Centre (JSC) und dem Peter-Grünberg-Institut verfügt NRW über international sichtbare Kompetenzen im Höchstleistungsrechnen, in datenintensiven Simulationen sowie in der Erforschung künftiger Hardwarearchitekturen. Ergänzend arbeiten u.a. das Exzellenzcluster ML4Q der Universitäten Köln, Bonn und Aachen sowie des Forschungszentrums Jülich mit dem Institut für Photonische Quantensysteme in Paderborn und die Universität Siegen mit ihrem Ionenfallen-Quantenrechner an zentralen Grundlagen für Quantencomputing, Parallelverarbeitung und beschleunigte Rechensysteme. NRW positioniert sich damit als ein international wettbewerbsfähiger Standort für die nächste Generation leistungsfähiger, spezialisierter und energieeffizienter Rechentechnologien.

Neben der Rechen- und Hardwarebasis verfügt das Land über ausgeprägte wissenschaftliche Kompetenzen in Künstlicher Intelligenz, Datenanalyse und sicheren digitalen Systemen. Das Lamarr-Institut steht beispielhaft für exzellente KI-Grundlagenforschung und den Transfer leistungsfähiger, vertrauenswürdiger und nachhaltiger KI-Verfahren in Anwendungskontexte. An der Universität Bonn bestehen zudem besondere Kompetenzen im Bereich Robotik und Embodied AI. Das Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS) bringt zudem ausgewiesene Expertise in vertrauenswürdiger KI, generativer KI, agentischen KI-Systemen und industriellen KI-Anwendungen ein. Im Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (IMS) und dem Zentrum für angewandte Künstliche Intelligenz Duisburg (ZaKI.D) entstehen durch Kompetenzen und Forschungsaktivitäten in Embedded AI, Edge AI und TinyML weitere Innovationen aus NRW für die Digitalisierung der Industrie. Darüber hinaus stehen die Fraunhofer-Institute für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (FIT) sowie für Entwurfstechnik Mechatronik (IEM) für digitale Plattformen, IT- und Datensicherheit, soziotechnische Systemgestaltung sowie die Entwicklung komplexer technischer Systeme. Mit diesen Assets stellt NRW eine Forschungslandschaft auf, die zentrale Beiträge zur vertrauenswürdigen, robusten und wirtschaftlich nutzbaren Gestaltung digitaler Technologien leisten kann.

Netzwerke, Cluster und anwendungsnahe Infrastrukturen verbinden Forschung, Unternehmen und Markt

Neben der starken wissenschaftlichen Basis verfügt NRW im Zukunftsthema „Next Gen Computing, Künstliche Intelligenz und smarte Systeme“ über eine ausdifferenzierte Vernetzungs- und Transferlandschaft. Im technologischen Kern verfügt NRW über etablierte Innovationsplattformen und Cluster wie KI.NRW, it’s OWL, EIN Quantum NRW, HPC.NRW und NMWP.NRW. Sie verknüpfen Innovationsakteure aus Wissenschaft und Wirtschaft in zentralen Kompetenzfelder des Zukunftsthemas von Künstlicher Intelligenz, intelligenten technischen Systemen und Hochleistungsrechnen über Quantentechnologien bis hin zu nano-, mikro- und werkstofftechnologischen Grundlagen. Darüber hinaus erweitern thematisch

angrenzende Netzwerke wie zum Beispiel creative.NRW, Produktion.NRW und Blockchain.NRW die Reichweite des Zukunftsthemas in konkrete digitale Schlüsselanwendungen und relevante Märkte für NRW.

Neben diesen Netzwerken verfügt NRW über anwendungsnahe Infrastrukturen, die Erprobung, Transfer und unternehmerische Umsetzung unterstützen. Dazu zählen leistungsfähige Rechen- und Dateninfrastrukturen im Umfeld von hpcCluster.nrw, Test- und Demonstrationsumgebungen für KI, Robotik und smarte Systeme sowie regionale Digitalisierungs- und Gründungsstrukturen. Beispielhaft bildet das AI Village in Hürth dabei einen anwendungsorientierten KI-Innovationscampus, an dem Unternehmen, Start-ups und Forschung KI-, Robotik- und Softwareanwendungen entwickeln, erproben und in die Anwendung bringen. Die NRW-Hubs ergänzen diese Angebote als landesweit vernetzte Anlaufstellen für unterschiedliche Zukunfts- und Technologiefelder. Mit ihren jeweiligen Accelerator-Programmen begleiten sie wachstumsstarke digitale Start-ups, stärken deren Skalierungsfähigkeit und bereiten sie gezielt auf eine wachstumsorientierte Unternehmensentwicklung vor.

4.2 VERTEIDIGUNG, AEROSPACE UND STRATEGISCHE AUTONOMIE

4.2.1 Potenzialthemen entwickeln

4.2.2 Maßnahmen umsetzen

4.2.3 Innovationsstärken mobilisieren

4.2 Verteidigung, Aerospace und strategische Autonomie

Das Zukunftsthema „Verteidigung, Aerospace und strategische Autonomie“ stärkt durch Verteidigungstechnologien die Souveränität und Resilienz von Staat, Wirtschaft und Gesellschaft. Im Fokus stehen dabei technologische Innovationen, die Sicherheitsrisiken in vernetzten Systemen – von sozialen Netzwerken der Zivilgesellschaft, über wirtschaftliche Produktionsnetzwerke bis hin zu Verteidigungsnetzwerken – verringern und die Widerstandsfähigkeit zentraler Infrastrukturen erhöhen. Sie bilden die Grundlage für vernetzte Kommunikation, verlässliche Lagebilder und eine erhöhte Handlungsfähigkeit in sicherheitsrelevanten Bereichen.

Darüber hinaus eröffnen Fortschritte in der Raumfahrt sowie im Bereich Dual-Use-Technologien neue wirtschaftliche und technologische Wirkungskreise, die über den Verteidigungssektor hinausreichen und zur Stärkung technologischer Unabhängigkeit beitragen. NRW versteht Raumfahrt in diesem Zusammenhang als zentrale Querschnittstechnologie und nutzt gezielt die bestehenden Synergiepotenziale mit anderen Schlüsselbereichen auch jenseits der Sicherheits- und Verteidigungsindustrie wie beispielsweise Quantentechnologien, Künstlicher Intelligenz, Cybersicherheit, Luftfahrt, Medizin sowie den Materialwissenschaften. So entsteht ein Zukunftsfeld, das die Grundlage für technologische Unabhängigkeit und robuste Sicherheitsstrukturen in NRW – im Herzen Europas – schafft.[3]

4.2.1 Potenzialthemen entwickeln

Angesichts geopolitischer Spannungen und hybrider Bedrohungen sind Verteidigung und strategische Autonomie zu zentralen Voraussetzungen für Sicherheit, wirtschaftliche Stabilität und technologische Handlungsfähigkeit geworden. NRW kann hierfür auf starken industriellen, technologischen und digitalen Kompetenzen aufbauen. Die folgenden interagierenden Potenzialthemen markieren jene Innovations- und Anwendungsfelder, in denen diese Stärken gebündelt und zu mehr Resilienz, Souveränität und Wettbewerbsfähigkeit weiterentwickelt werden können. Die Abgrenzung versteht sich daher nicht entlang vollständig getrennter Technologien, sondern folgt ihrer jeweiligen Schwerpunktsetzung aus digitaler Absicherung, industrieller Sicherheits- und Verteidigungswertschöpfung, autonomer Systementwicklung sowie luft- und raumfahrtbezogener Infrastrukturen und Dienste.

- Digitale Resilienz und Cybersecurity
- Sicherheits- und Verteidigungswirtschaft
- Autonome und unbemannte Systeme
- Luft- und Raumfahrt sowie weltraumgestützte Infrastrukturen

Digitale Resilienz und Cybersecurity

Die Absicherung digitaler Systeme, vernetzter Produktionsprozesse und kritischer Infrastrukturen wird zu einer zentralen Voraussetzung für wirtschaftliche Resilienz, gesellschaftliche Stabilität und staatliche Handlungsfähigkeit. Mit zunehmender Vernetzung von Industrieanlagen, Energie- und Wasserversorgung, Mobilitätssystemen, digitalen Infrastrukturen sowie öffentlichen und privaten

Endanwendungen steigt zugleich die Verwundbarkeit gegenüber digitalen Angriffen, Manipulationen und Systemausfällen. Auch aus diesem Grund gewinnen Next-Generation-Konnektivitätstechnologien zum Schutz von Gebäuden und Infrastruktur an Bedeutung, um die Sicherheit und Resilienz vernetzter Systeme und kritischer Infrastrukturen zu stärken.

Dieses Potenzialthema fokussiert daher auf Technologien, Verfahren und Geschäftsmodelle, die digitale Systeme widerstandsfähiger, sicherer und verlässlicher machen. Technologische Entwicklungen konzentrieren sich daher auf die konsequente Absicherung von Netzwerken und Systemen. Dazu zählen Zero-Trust-Architekturen, segmentierte OT (Operational Technology)-Netze,[23] die Härtung von Edge-Systemen ebenso wie Application Programming Interface (API)-basierte Zugriffssysteme, serviceorientierte Netzwerke und Konzepte für sichere digitale Integration. Ziel ist es, Angriffsflächen systematisch zu reduzieren und zugleich die sichere Vernetzung industrieller und infrastruktureller Systeme zu ermöglichen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der frühzeitigen Erkennung und automatisierten Reaktion auf Angriffe. KI-gestützte Intrusion-Detection-Systeme, Security-Data-Lakes sowie automatisierte Reaktionsmechanismen ermöglichen es, Angriffe in Echtzeit zu identifizieren und die Betriebsfähigkeit kritischer Systeme aufrechtzuerhalten bzw. die Schadenswirkung zu begrenzen. Ergänzt wird dies durch Konzepte zur Resilienz und Wiederanlauf, etwa durch Notfall-Clouds oder redundante Systemarchitekturen.

Diese Technologien sind besonders dort von Bedeutung, wo digitale Prozesse, industrielle Anlagen und kritische Infrastrukturen (z.B. Energieversorgung, Mobilität und öffentliche Daseinsvorsorge) bzw. Unternehmen und Betriebe zuverlässig vor Cyberkriminalität, Industriespionage, Sabotage und Betriebsunterbrechungen geschützt werden müssen.

NRW verfügt über eine hohe Dichte an industriellen Produktionssystemen[24] und kritischen Infrastrukturen, die zunehmend digital vernetzt sind. Damit entsteht sowohl ein erhebliches Risiko als auch ein großes Innovationspotenzial im Bereich Cybersecurity und Resilienz.

Der zunehmende globale Cyberbedrohungsdruck sowie regulatorische Entwicklungen auf europäischer Ebene – insbesondere im Rahmen der NIS2-Richtlinie, des Cyber Resilience Act (CRA) sowie weiterer Initiativen zur Stärkung der Resilienz kritischer Infrastrukturen[25] – unterstreichen die strategische Bedeutung dieses Themenfelds zusätzlich. Auch die Stärkung der Risikobewertungen für KI-Anwendungen in kritischen Infrastrukturen wird in diesem Themenfeld besondere Berücksichtigung finden. Für NRW ergeben sich daraus Ansatzpunkte für Innovation, Qualifizierung, Marktentwicklung und die Stärkung einer branchenübergreifenden Cyberresilienz.

Sicherheits- und Verteidigungswirtschaft

Die sicherheits- und verteidigungsbezogene Wirtschaft entwickelt sich vor dem Hintergrund geopolitischer Veränderungen, wachsender Bündnisverpflichtungen und europäischer Initiativen zur Stärkung technologischer Souveränität zu einem zunehmend innovationsgetriebenen Markt. Im Mittelpunkt dieses Potenzialthemas stehen nicht einzelne Technologien als

solche, sondern ihre industrielle Entwicklung, Integration und Skalierung in sicherheits- und verteidigungsrelevanten Kontexten.

Damit unterscheidet sich dieses Potenzialthema von den technologisch stärker bestimmten Potenzialthemen Cybersecurity, autonome Systeme sowie Luft- und Raumfahrt. Es bündelt jene Wertschöpfungs- und Marktpotenziale, die entstehen, wenn zivile industrielle Kompetenzen, forschungsbasierte Technologieentwicklung und sicherheitsbezogene Bedarfe zusammengeführt werden. Dazu zählen insbesondere Dual-Use-Innovationen, also Technologien, Produkte und Verfahren, die sowohl in zivilen als auch in sicherheits- oder verteidigungsrelevanten Anwendungen eingesetzt werden können.

Ein zentraler Baustein sind moderne Sensorik- und Datenfusionssysteme, die eine präzise Erfassung, Auswertung und Verknüpfung komplexer Umgebungen ermöglichen. Ergänzt werden diese durch Fortschritte in der Materialforschung, etwa durch Nanostrukturen, Leichtbaukonzepte oder additive Fertigung, die neue Möglichkeiten in der Entwicklung leistungsfähiger und flexibler Systeme eröffnen. Auch integrierte Sicherheitssysteme, die physische und digitale Schutzmechanismen miteinander verbinden, gewinnen an Bedeutung und können sektorübergreifend in Verteidigung, Industrie und kritischen Infrastrukturen eingesetzt werden.

Für NRW ergeben sich hier besondere Potenziale aus der Breite seiner industriellen Basis. Maschinenbau, Werkstofftechnik, Produktionstechnik, Energie- und Infrastrukturwirtschaft, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie anwendungsnahe Forschung können wichtige Beiträge zur Entwicklung sicherheits- und verteidigungsrelevanter Lösungen leisten. Dabei geht es nicht allein um klassische Rüstungsgüter, sondern auch um Komponenten, Subsysteme, Materialien, Sensorik, Datenverarbeitung, industrielle Fertigungskompetenz und Systemintegration.

Globale Entwicklungen – insbesondere die sicherheitspolitische Neuausrichtung Europas sowie neue europäische Initiativen zur Stärkung der Verteidigungsindustrie und technologischen Souveränität, etwa der Europäische Verteidigungsfonds (EDF), die European Defence Industrial Strategy (EDIS, 2024)[26] und das European Defence Industry Programme (EDIP, 2024)[27] – verstärken die Bedeutung von Dual-Use-Technologien und eröffnen zusätzliche Entwicklungsperspektiven für NRW.

Autonome und unbemannte Systeme

Autonome und unbemannte Systeme entwickeln sich zu einem zentralen Innovationsfeld an der Schnittstelle von Verteidigung, Industrie und zivilen Anwendungen. Drohnen und andere autonome Systeme (u.a. mobile Robotik, fahrerlose Systeme oder autonome Inspektionsplattformen sowie vernetzte und teilautonome Systeme) ermöglichen neue Formen der Datenerhebung, Überwachung, Logistik und Einsatzkoordination.

Technologische Fortschritte konzentrieren sich insbesondere auf die Weiterentwicklung von Sensorik- und Datenfusionssystemen, die eine präzise Wahrnehmung der Umgebung ermöglichen. KI-basierte Steuerungssysteme erlauben autonome Navigation, auch unter schwierigen Bedingungen oder ohne Global Positioning System (GPS). Ergänzt wird dies durch

Entwicklungen in der Schwarmintelligenz, die koordinierte Einsätze mehrerer Systeme ermöglicht.

Die Einsatzmöglichkeiten reichen von sicherheitsrelevanten Anwendungen wie Lageaufklärung oder Drohnenabwehr bis hin zu zivilen Anwendungen, etwa in der Infrastrukturinspektion, der Verkehrsüberwachung oder der Logistik. Dieses Potenzialthema adressiert daher insbesondere die Branchen Verteidigung, Mobilität, Logistik sowie Bau und Infrastruktur.

Die Verbindung von industrieller Stärke und anwendungsnahen Einsatzfeldern bietet NRW gute Voraussetzungen, sich als Standort für die Entwicklung und Erprobung autonomer und vernetzter Systeme weiter zu profilieren.

Luft- und Raumfahrt sowie weltraumgestützte Infrastrukturen

Luft- und Raumfahrt sowie weltraumgestützte Infrastrukturen adressieren sowohl zivile industrielle Anwendungen als auch strategisch relevante Daten-, Kommunikations-, Navigations- und Beobachtungssysteme. Luft- und Raumfahrt entwickelt sich zunehmend zu einem strategischen Schlüsselsektor mit sicherheitsrelevanten Implikationen auf beispielsweise politische Kommunikation, wirtschaftliche Datenverfügbarkeit und infrastrukturelle Sicherheit. Satellitengestützte Datenströme bilden hierfür die Grundlage und sichern die terrestrischen Kommunikationsnetze, Navigationssysteme und die Bereitstellung von Erdbeobachtungsdaten sowie Anwendungen im Umweltmonitoring und Infrastrukturmanagement.

Darüber hinaus entstehen neue Raumfahrtinfrastrukturen, etwa im Kontext kommerzieller Raumstationen, die neue wirtschaftliche und technologische Möglichkeiten eröffnen. Zudem entwickelt sich die Nutzung von Weltraumdaten zunehmend zu einem eigenständigen Bestandteil der Datenökonomie.

Diese Innovationspotenziale bauen auf den bestehenden Kompetenzen NRWs in Raumfahrtforschung, anwendungsnahen Forschungs- und Trainingsinfrastrukturen sowie industrieller Entwicklung auf.

Daraus ergeben sich für dieses Potenzialthema neben der Luft- und Raumfahrt insbesondere Anschlussfelder mit der Digitalwirtschaft sowie sicherheits- und infrastrukturbasierten Sektoren – auch mit Blick auf Chancen und Risiken aufgrund von Weltraumschrott.

4.2.2 Maßnahmen umsetzen

Im Zukunftsthema „Verteidigung, Aerospace und strategische Autonomie“ richtet NRW seine innovationspolitischen Maßnahmen gezielt auf die Stärkung technologischer Souveränität, resilienter Wertschöpfungsketten und sicherheitsrelevanter Innovationsfähigkeit aus. Ziel ist es, Innovationen zügig in sicherheitsrelevante Anwendungen zu überführen, strategische Abhängigkeiten zu reduzieren sowie die Wettbewerbs- und Handlungsfähigkeit NRWs langfristig zu stärken. So entsteht ein innovationsförderndes und wertschöpfungsstarkes Zukunftsfeld, das einen Beitrag zu infrastruktureller Stabilität und resilienten Sicherheitsstrukturen in NRW leistet. Mit Blick auf das Thema Raumfahrt hat die Landesregierung in 2026 das Raumfahrtchancenpapier als Grundlage für die Weiterentwicklung des nordrhein-westfälischen

Raumfahrtstandorts in den Bereichen Fachkräfte, Innovation, Technologietransfer, Infrastruktur und Cybersicherheit veröffentlicht. Zudem hat das Wirtschafts- und Klimaschutzministerium im Mai 2026 eine Luftfahrtindustriestrategie vorgestellt.

Investieren: NRW investiert verstärkt in Frühphasen, Erprobung und strategische Entwicklungspfade für sicherheitskritische Technologien

NRW fokussiertseine Innovationspolitik gezielt auf Schlüsseltechnologien mit militärischer, sicherheitspolitischer und strategischer Bedeutung. Unterstützt werden insbesondere frühe Entwicklungs- und Erprobungsphasen, die Entwicklung von Dual-Use-Technologien sowie anwendungsnahe Innovationsvorhaben. Dabei werden gezielt Technologien mit hoher strategischer Relevanz und erkennbarem Einsatzpotenzial adressiert, um Innovationen schnell aus Forschung und Entwicklung in belastbare und anwendungsfähige Systeme zu überführen.

Zur Unterstützung dieser Entwicklungen stärkt NRW gezielt die räumliche Bündelung von Kompetenzen, Akteuren und technologischen Kapazitäten. Bestehende Standorte und Infrastrukturen im Bereich Luft- und Raumfahrt, Verteidigung und Sicherheit sollen dabei strategisch weiterentwickelt und ressortübergreifend koordiniert werden. Gerade im Bereich Verteidigung und strategische Autonomie ist diese Bündelung entscheidend, um technologische Entwicklung, sicherheitskritische Anforderungen und industriepolitische Zielsetzungen frühzeitig zusammenzuführen.

An diese standortbezogene Bündelung knüpft auch die geplante Ansiedlung des ESA-Direktorats Human and Robotic Exploration (HRE) in Köln an. Gemeinsam mit den bestehenden Einrichtungen von ESA (Europäische Weltraumagentur) und DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) soll damit ein Center für Exploration entstehen, das Kompetenzen und Infrastrukturen im Bereich der astronautischen und robotischen Exploration am Standort zusammenführt. Das Land beabsichtigt, die Errichtung der hierfür erforderliche Infrastruktur zu unterstützen.

Eine herausragende Chance zur Stärkung des Standortprofils in diesem Zukunftsthema bietet zudem die nordrhein-westfälische Beteiligung an der gemeinsamen Bewerbung der Staaten und Regionen des Dreiländerecks Belgien-Deutschland-Niederlande als Standort für das Einstein-Teleskop. Als internationale Großforschungseinrichtung der Gravitationswellenastronomie verspricht das Einstein-Teleskop Innovationen in zahlreichen Schlüsseltechnologien sowie die Etablierung eines neuen europäischen Innovationshubs.

Ergänzend will NRW auch in Zukunft mit geeigneten Maßnahmen dazu beitragen, sicherheitsrelevante Schlüsseltechnologien zügig in Anwendung und industrielle Wertschöpfung zu überführen. NRW verfolgt damit das Ziel, strategisch relevante Technologien langfristig im Land zu entwickeln, ihre Skalierung zu unterstützen und die internationale Wettbewerbsfähigkeit im Zukunftsthema zu stärken.

Vernetzen: NRW organisiert ein vertrauensbasiertes Ökosystem zwischen Industrie, Forschung, Sicherheit und öffentlichen Bedarfsträgern

NRW verfolgt das Ziel, die Zusammenarbeit zwischen Industrie, Forschung, Start-ups, sicherheitsrelevanten Anwendern und öffentlichen Akteuren gezielt zu stärken. Die enge Vernetzung bestehender Strukturen bietet gute Voraussetzungen, Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten frühzeitig auf konkrete Einsatz- und Sicherheitsanforderungen auszurichten. Vernetzung dient dabei zugleich als strategisches Entwicklungsinstrument, um das speziell in diesem Zukunftsthema zwingend notwendige Vertrauen zwischen Industrie, Forschung, sicherheitsrelevanten Anwendern und öffentlichen Akteuren aufzubauen sowie NRW international wettbewerbsfähig aufzustellen.

Die Landesregierung setzt dabei auf die Bündelung und Vernetzung bestehender Clusterstrukturen, Initiativen sowie Transfer- und Innovationsstrukturen. Bestehende Strukturen wie Aerospace.NRW, Defence.NRW und das Kompetenznetzwerk DIGITAL.SICHER.NRW sollen Industrie, Forschung, Start-ups, spezialisierte Zulieferer sowie öffentliche Akteure systematisch zusammenführen und Kompetenzen entlang sicherheitsrelevanter Innovations- und Wertschöpfungsketten gezielt vernetzen. Ergänzend sollen Schnittstellen zu angrenzenden Innovationsfeldern gestärkt werden, um Dual-Use-Potenziale und technologische Kompetenzen aus verwandten Bereichen stärker in sicherheitsrelevante Anwendungen zu überführen. Dies schließt auch das Ziel einer engen Zusammenarbeit des Landes mit dem Space Innovation Hub der Bundesregierung bei der Raumfahrtagentur ein.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Stärkung strategischer Standortnetzwerke im Bereich Luft- und Raumfahrt. Mit einer Stärkung des Luft- und Raumfahrtstandorts Köln, etwa mittels Unterstützung des GovSatCom-Hubs durch das Land, kann rund um bestehende Raumfahrt-, Sicherheits- und Forschungsinfrastrukturen eines der leistungsfähigsten Raumfahrtökosysteme Europas entstehen. Dadurch sollen Verbindungen zwischen ziviler Raumfahrt, sicherheitsrelevanten Anwendungen, industrieller Entwicklung und öffentlichen Anwendern gezielt gestärkt sowie internationale Anschlussfähigkeit und Kooperationen im Zukunftsthema ausgebaut werden.

Darüber hinaus stärkt NRW industrieübergreifende Kommunikations- und Kooperationsformate innerhalb der Sicherheits- und Verteidigungswirtschaft, etwa über den etablierten Runden Tisch „Defence“ sowie der geplanten Einrichtung eines Runden Tisches „Sicherheitsrelevante Raumfahrt“. Der strukturierte Austausch zu technologischen Anforderungen, Standards und Umsetzungswegen soll die gemeinsame Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit des Standorts fördern. Flankiert wird dies durch politisch unterstützte Messeauftritte, wie bei der EURO DEFENSE EXPO oder der ILA in Berlin, sowie grenzüberschreitende Kooperationen, um die internationale Sichtbarkeit nordrhein-westfälischer Kompetenzen zu stärken und die Einbindung in europäische und transatlantische Netzwerke auszubauen.

Übersetzen: NRW beschleunigt den Transfer von Sicherheits- und Aerospace-Technologien in anwendungsfähige Entwicklungs- und Beschaffungspfade

NRW stärkt gezielt Unterstützungs- und Transferstrukturen für sicherheitsrelevante Innovationen, um Unternehmen und Forschungseinrichtungen optimal an Verteidigungs- und Aerospace-Märkte anzubinden. Hierzu gibt das Cluster Defence.NRW Start-ups und KMU initiale Hilfestellungen insbesondere über Vernetzung und Bereitstellung von grundlegenden Informationen etwa beim Umgang mit regulatorischen Anforderungen wie Zertifizierungen, Sicherheitsnachweisen oder Zulassungsverfahren. Forschungseinrichtungen sollen dabei unterstützt werden, strategisch relevante Technologien kontinuierlich weiterzuentwickeln und zügigin Anwendung zu bringen.

Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Instrumentenfeld den Technologien und Forschungsergebnissen zu, die für den Bevölkerungsschutz sowie für Verteidigungs-, Sicherheits- und Raumfahrtanwendungen in Frage kommen. Dafür werden strategische Transferstrukturen, anwendernahe Erprobungsumgebungen und Unterstützungsangebote für sicherheitskritische Innovationsprozesse gestärkt. Transfer wird dabei als aktives Entwicklungsinstrument verstanden, um Innovationshemmnisse abzubauen und neue Technologien schnellin Anwendung und Geschäftsmodelle in Wettbewerbsfähigkeit zu überführen.

NRW stärkt hierfür den Austausch zwischen Wissenschaft, Industrie, Verwaltung und Politik, mit dem Ziel technologische Entwicklungen frühzeitig einzuordnen und strategische Handlungsbedarfe schnell zu identifizieren.

Dual-Use-Innovationen entstehen häufig außerhalb klassischer Rüstungszusammenhänge – etwa in Sensorik, Kommunikation, Robotik, Materialien oder KI. NRW stärkt deshalb gezielt Kompetenztransferprogramme, die technologische Entwicklungen aus diesen Feldern systematisch in Sicherheits-, Verteidigungs- und Raumfahrtanwendungen überführen und anschlussfähige Innovationspfade von Forschung, Erprobung und industrieller Umsetzung bis zur Einsatzreife unterstützen. Entscheidend ist dabei nicht der einzelne Technologietransfer, sondern der langfristige Aufbau verlässlicher Transfer-, Entwicklungs- und Kompetenzstrukturen entlang klar definierter Entwicklungspfade.

Gleichzeitig stärkt das Land den Transfer von Ideen aus Forschung und Entwicklung in unternehmerische Umsetzung. Gerade in sicherheits-, verteidigungs- und raumfahrtrelevanten Bereichen entstehen viele Innovationen an Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen oder in zivilen Technologiefeldern. NRW steht hier aktiv an der Seite von Ausgründungen und Start-ups, um den Einstieg in hochregulierte Verteidigungs- und Sicherheitsmärkte zu erleichtern. Bestehende Unterstützungsstrukturen wie Angebote der NRW.BANK sollen dazu beitragen, innovative Akteure frühzeitig handlungsfähig zu machen und ihre Entwicklung gezielt zu begleiten.

Im Bereich der Raumfahrt ergänzt das vom Land NRW und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) kofinanzierte ESA Business Incubation Centre (ESA BIC) NRW diese Unterstützungslandschaft und begleitet Start-ups dabei, Raumfahrttechnologien als Querschnittstechnologien in vielfältige Anwendungen und Geschäftsmodelle zu überführen.

Transfer erfordert zudem anwendungsnahe Entwicklungs- und Erprobungsumgebungen. NRW stärkt deshalb gezielt Test- und Innovationsinfrastrukturen, in denen Technologien gemeinsam mit späteren Anwendern aus Bundeswehr, Sicherheitsbehörden und kritischen Infrastrukturen unter realen Bedingungen erprobt und weiterentwickelt werden können. Test- und Innovationsumgebungen wie die Flughäfen Mönchengladbach und Paderborn, die LUNA Analog Facility zur Durchführung von Simulationen für astronautische und robotische Mondaktivitäten oder weitere anwendungsnahe Forschungs- und Trainingsinfrastrukturen schaffen hierfür wichtige Voraussetzungen. Ergänzend unterstützt die Landesregierung mit dem Center for Vertical Mobility in Aldenhoven den Aufbau von Erprobungsinfrastrukturen für automatisierte und vernetzte Luftmobilität, insbesondere für Drohnen und unbemannte Flugsysteme. Mit dem Production Launch Center Aviation (PLCA) am Forschungsflugplatz Würselen/Aachen entsteht zudem eine Transferstruktur an der Schnittstelle von Forschung und industrieller Luftfahrtproduktion. Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Industrie entwickeln und erproben dort neue Werkstoffe und Fertigungsverfahren, unter anderem in den Bereichen Gießtechnik, digitale Produktionsprozesse und Simulation. Damit sollen neue Technologien in industrielle Produktionsprozesse überführt, neue Wertschöpfungsketten erschlossen und zugleich Impulse für die industrielle Weiterentwicklung NRWs und die klimaneutrale Luftfahrtproduktion gesetzt werden. Diese Strukturen tragen dazu bei, Entwicklungszyklen zu verkürzen und die Einsatzreife sicherheitsrelevanter Innovationen zu erhöhen.

Gleichzeitig werden Lotsen-, Beratungs- und Unterstützungsstrukturen weiterentwickelt, um Akteure beim Umgang mit regulatorischen Anforderungen wie Exportkontrolle, Geheimschutz, Normung oder Zulassungsverfahren gezielt zu unterstützen. Ziel ist es, Transferhemmnisse in sicherheitskritischen Kontexten abzubauen und Innovationen zügig in Anwendung und industrielle Wertschöpfung zu überführen.

Skalieren: NRW stärkt industrielle Anschlussfähigkeit, spezialisierte Kapazitäten und resiliente Wertschöpfung

Skalierung entscheidet darüber, ob technologische Leistungsfähigkeit im Land wirksam wird oder anderswo wirtschaftlich genutzt wird. Internationale Wettbewerbsfähigkeit entsteht nicht allein durch Innovation, sondern durch die Fähigkeit, Technologien zu zertifizieren, zu produzieren, zuverlässig zu liefern und in große Programme zu integrieren. Die Landesregierung richtet nach bestehenden Möglichkeiten ihre Instrumente deshalb gezielt auf jene Phase aus, in der aus erfolgreichen Entwicklungen belastbare industrielle Wertschöpfung entsteht.

Für die industrielle Skalierung sicherheitsrelevanter Entwicklungen sind geeignete Rahmenbedingungen für Erprobung, Zertifizierung und Produktion erforderlich.

Viele Vorhaben scheitern nicht am technologischen Niveau, sondern an fehlenden Reinräumen, Sicherheitszonen, Prüfanlagen oder geeigneten Genehmigungsmöglichkeiten. Flächen und technische Infrastrukturen sollen daher gezielt weiterentwickelt und bestehende Technologie- und Industrieareale auf Anforderungen für militärische oder sicherheits- und verteidigungsrelevante Güter und Technologien ausgerichtet werden, um Unternehmen den Übergang von der Entwicklung in eine belastbare industrielle Wertschöpfung zu erleichtern.

Ergänzt wird dies durch die Stärkung des systematischen Ausbaus technischer Sandboxes und Real-Life-Simulationsumgebungen. In der Verteidigungs- und Raumfahrttechnik ist die Erprobung unter realistischen Einsatzbedingungen unverzichtbar. NRW stärkt deshalb gezielt Infrastrukturen für Validierung, Qualifizierung und industrielle Erprobung, um Entwicklungs- und Produktionsprozesse sicherheitsrelevanter Technologien abzusichern und zu beschleunigen. Temporär angepasste Rahmenbedingungen sollen dabei helfen, die Einsatzreife neuer Technologien schnell zu erreichen und ihre industrielle Skalierung zu unterstützen.

NRW nutzt zudem die Präsenz großer Industrieakteure gezielt, um Skalierungspfade für KMU und Start-ups zu öffnen. Hierfür werden Kooperations- und Integrationsmodelle entlang bestehender Liefer- und Wertschöpfungsketten gestärkt, damit junge und mittelständische Unternehmen frühzeitig an Produktionsstandards, Zertifizierungsprozesse und internationale Programme herangeführt werden. Skalierung wird so zur gemeinsamen Aufgabe von Start-ups, Mittelstand und Industrie.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Aufbau resilienter Lieferketten. Strategische Autonomie endet nicht bei der Technologieentwicklung, sondern umfasst auch die verlässliche Verfügbarkeit kritischer Komponenten, Materialien und Präzisionsteile – insbesondere in Krisen- oder geopolitischen Spannungssituationen. NRW stärkt deshalb regionale Produktionskapazitäten, unterstützt den Aufbau robuster Lieferstrukturen und trägt dazu bei, kritische Abhängigkeiten zu reduzieren sowie die Resilienz sicherheitsrelevanter Infrastrukturen und Versorgungssysteme zu stärken.

Zur gezielten Unterstützung wachsender Unternehmen setzt das Land ergänzend darauf, auch Start-ups und Ausgründungen für sicherheitskritische Technologien zu stärken. Durch Zusatzfinanzierungen, Infrastrukturzugang, industrielle Einbindung und Marktvordringung werden Ausgründungen und Start-ups stabilisiert und auf internationale Märkte vorbereitet. Dabei steht nicht kurzfristiges Wachstum, sondern langfristige industrielle Anschlussfähigkeit im Mittelpunkt.

4.2.3 Innovationsstärken mobilisieren

Eine außerordentlich dichte wirtschaftliche, wissenschaftliche, infrastrukturelle und sicherheitsrelevante Ausgangsbasis prägt das Zukunftsthema bereits heute in NRW. Diese bestehenden Potenziale bilden den Ansatzpunkt für eine aktive, strategisch ausgerichtete Innovationspolitik, die Innovationen für neue und resiliente Wertschöpfungspfade zielgerichtet verdichtet, beschleunigt und ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit und Strahlkraft weiter stärkt. Damit verfügt NRW über

gute Voraussetzungen, um die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Potenzialthemen zu erschließen und die vorgesehenen Maßnahmen wirksam umzusetzen.

Wirtschaftliche Spezialisierung

Das Zukunftsthema „Verteidigung, Aerospace und strategische Autonomie“ knüpft in NRW an eine breite industrielle Basis an. Kompetenzen unter anderem im Maschinen- und Anlagenbau, Werkstoff- und Materialtechnologien, Elektrotechnik, Digitalisierung und Logistik verbinden technologische Reife mit industrieller Skalierungsfähigkeit und ermöglichen sicherheitsrelevante Technologien in bestehende Wertschöpfungsketten, Produktionsprozesse und Infrastrukturen zu überführen.

Aus dieser Breite entsteht ein besonderes Dual-Use-Potenzial: Zahlreiche Schlüsseltechnologien sind sowohl zivil als auch militärisch nutzbar, und mehrere tausend Unternehmen in NRW kommen grundsätzlich als Zulieferer, Systempartner oder Technologieanbieter für Sicherheits- und Verteidigungsanwendungen in Betracht[28]. Die Sicherheits- und Verteidigungsindustrie erreicht im Land – einschließlich indirekter und induzierter Effekte – einen geschätzten Produktionswert von bis zu 22,4 Mrd. Euro pro Jahr.

Die wirtschaftliche Spezialisierung zeigtt sich im industriellen Ökosystem[9] „Luftfahrt, Raumfahrt und Verteidigung“. Die Bruttowertschöpfung der industrie- und technologiespezifischen Segmente liegt in NRW bei rund 16 Mrd. Euro[29]; bis 2035 wird ein preisbereinigtes Wachstum von rund 9 % prognostiziert[30]. Im industriellen Ökosystem sind rund 132.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte tätig.[31] Zudem lassen sich diesem rund 2.100 Unternehmen zuordnen – ihre Zahl ist seit 2018 um rund 12 % gestiegen[32].

Charakteristisch für dieses industrielle Ökosystem ist eine Wertschöpfungsstruktur aus spezialisierten KMU, leistungsfähigen Mittelstandsunternehmen und technologiegetriebenen Start-ups. Sensorik, Elektronik, Software, Kommunikation, Spezialmaterialien, Antriebssysteme sowie Fertigungs- und Automatisierungstechnologien sind nicht nur relevante Teilmärkte, sondern zentrale Bausteine für zivile Sicherheit, militärische Einsatzfähigkeit, den Schutz kritischer Infrastrukturen und industrielle Resilienz.

Weitere Spezialisierungen bestehen im Bereich Cybersecurity, unbemannte Systeme und KI-gestützte Anwendungen.[33] Hier entstehen wachsende Kompetenzen bei resilienten IT- und Kommunikationsinfrastrukturen, sicherheitskritischer Software, autonomer Navigation sowie sensorbasierten Plattformen für Anwendungen in Verteidigung, Katastrophenschutz, Infrastruktursicherung und kritischen Infrastrukturen. Flankiert wird diese Kompetenzbasis durch ausgeprägte Innovationsaktivitäten in forschungs- und entwicklungsintensiven Branchen wie Maschinen- und Anlagenbau, Automobilindustrie, Chemie- und Werkstoffwirtschaft, Batterietechnologie sowie IKT. Ihre Kompetenzen in Automatisierung, Künstlicher Intelligenz, neuen Materialien, Elektronik, sicherer Kommunikation und modernen Produktionstechnologien sind für „Verteidigung, Aerospace und strategische Autonomie“ unmittelbar relevant.

In der Gesamtschau ist das Zukunftsthema für NRW damit kein isoliertes Nischenthema, sondern, wie das in 2026

veröffentlichte Raumfahrtchancenpapier der Landesregierung[34] deutlich herausarbeitet, ein industriell anschlussfähiges Spezialisierungsfeld: Es verbindet sicherheitsrelevante Wertschöpfung mit technologischer und digitaler Souveränität.

Wissenschaftliche Exzellenz und Forschungsinfrastrukturen

Mit einer der dichtesten Hochschul- und Forschungslandschaften Europas verfügt das Land über exzellente Voraussetzungen für Forschung und Entwicklung in Technologien für die Sicherheits- und Verteidigungsindustrie, die Luft- und Raumfahrtwirtschaft sowie für sichere Infrastrukturen für die Aufrechterhaltung des öffentlichen Lebens. Besondere Stärken bestehen vor allem in den Bereichen Luft- und Raumfahrt, Cybersecurity, digitale Sicherheit, KI, Werkstofftechnologien, Batterietechnologie sowie vernetzte und autonome Systeme. Allein im Bereich Cybersecurity, zivile Sicherheit sowie Luft- und Raumfahrt wurden rund 430 Forschungs- und Entwicklungsprojekte identifiziert.[35]

Die Stärken NRWs zeigen sich ebenfalls in den vielfältigen wissenschaftlichen, technologischen und institutionellen Strukturen. Eine besondere Rolle nehmen Forschungsökosysteme in Köln/Bonn ein, wo unter anderem das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, der Flughafen Köln-Bonn, die Europäische Weltraumagentur (ESA) sowie weitere Forschungs- und Entwicklungsstrukturen im Bereich Raumfahrtsysteme, Satellitenkommunikation, Navigation und Erdbeobachtung existieren. Ergänzt werden diese Institute durch universitäre Schwerpunkte, insbesondere in Aachen, Köln und Bochum, mit Kompetenzen in Luft- und Raumfahrttechnik, Systemsimulation, neuen Materialien und Großsystemintegration. Dadurch entsteht eine strukturelle Verzahnung zwischen ziviler Raumfahrt, sicherheitsrelevanten Anwendungen und industrieller Entwicklung.

Mit dem Weltraumlagezentrum in Uedem zur operativen Bahnberechnung, Kollisionswarnung und Erstellung zivil-militärischer Lagebilder, dem Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik (FHR) in Wachtberg mit der Radartechnologie TIRA/GESTRA zur Detektion kleinster Trümmer sowie den Instituten des DLR in Köln verfügt NRW über die Expertise, zentrale neue Technologien für die Beseitigung und Nutzung von Weltraumschrott zu entwickeln.

Ein weiteres zentrales technologisches Kompetenzfeld bilden Werkstoff-, Produktions- und Mikrosystemtechnologien. Institute wie die Fraunhofer-Institute für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) und für Produktionstechnologie (IPT) fungieren dabei als wichtige Bindeglieder zwischen Forschung und industrieller Umsetzung. Ihre Kompetenzen in Werkstoffentwicklung, Fertigungstechnik, Mikrosystemtechnik sowie Prüf- und Zuverlässigkeitstechnologien ermöglichen die Entwicklung hochbelastbarer Materialien und präziser Komponenten für extreme Einsatzbedingungen in Luft- und Raumfahrt- sowie Verteidigungs- und Katastrophenumgebungen.

Im Bereich Simulation und Systems Engineering verfügt NRW über leistungsfähige Forschungsschwerpunkte, die für moderne Verteidigungs- und Raumfahrtsysteme wichtig sind, da sie die virtuelle Erprobung von Einsatzszenarien und Systemverhalten ermöglichen und technologische Entwicklungszeiten verkürzen. Unterschiedliche Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen wie

die Universität Bonn, die RWTH Aachen sowie das Bonn-Aachen International Center for Information Technology arbeiten hierzu an Hochleistungsrechnen, digitalen Zwillingen und simulationsgestützter Entwicklung komplexer Systeme. Zudem kommen Kompetenzen im Bereich Künstliche Intelligenz und autonomer Systeme für Verteidigungs- und Sicherheitsanwendungen hinzu. Die Forschungsschwerpunkte reichen von Lagebildsystemen und Sensorfusion über autonome Plattformen bis hin zu KI-gestützter Entscheidungsunterstützung in sicherheitskritischen Kontexten.

Eng damit verknüpft ist der Bereich Cybersecurity und sichere digitale Infrastrukturen, in dem NRW über eine besonders starke wissenschaftliche und institutionelle Basis verfügt. Ein zentraler Schwerpunkt liegt in Bochum mit dem Horst-Görtz-Institut für IT-Sicherheit an der Ruhr-Universität Bochum, dem Exzellenzcluster CASA sowie dem Max-Planck-Institut für Sicherheit und Privatsphäre. Die dortigen Kompetenzen reichen von Kryptographie, Hardware- und Softwaresicherheit über sichere Kommunikationssysteme bis hin zu Fragen von Datenschutz, Resilienz und gesellschaftlichen Auswirkungen digitaler Sicherheit. Ergänzt wird dieses Ökosystem durch sicherheitsnahe Forschungs- und Entwicklungsstrukturen im Raum Bonn/Wachtberg, insbesondere das Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie (FKIE), sowie durch die institutionelle Nähe zum Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik mit Hauptsitz in Bonn. In der Summe ergibt sich daraus ein bundesweit herausgehobenes Kompetenzprofil für sichere digitale Infrastrukturen, resiliente Informationssysteme, militärische Führungs- und Informationssysteme, Satellitenkommunikation und den Schutz kritischer Infrastrukturen.

Netzwerke, Cluster und anwendungsnahe Infrastrukturen

Die industriellen und wissenschaftlichen Stärken NRWs werden durch ein zunehmend vernetztes Innovationsökosystem ergänzt. Im Bereich Luft- und Raumfahrt hat das Branchencluster Aerospace.NRW eine zentrale Vernetzungsfunktion entlang der gesamten Innovationskette übernommen. Ergänzt wird dies durch Forschungs- und Transferstrukturen im Raum Köln/Bonn, insbesondere durch das European Space Agency Business Incubation Centre North Rhine-Westphalia oder dem DLR-Standort in Köln. Dadurch entstehen enge Verbindungen zwischen Raumfahrt, Satellitenkommunikation, Sicherheitstechnologien und industrieller Anwendung.

Mit dem neuen Branchencluster für die Sicherheits- und Verteidigungsindustrie Defence.NRW entsteht zugleich eine zentrale Plattform zur Vernetzung von Unternehmen, Forschungseinrichtungen und öffentlichen Akteuren im Bereich Verteidigung und sicherheitsrelevanter Technologien. Der Aufbau der Initiative unterstützt insbesondere die Bündelung bestehender Kompetenzen, die Entwicklung neuer Kooperationsstrukturen sowie die Anbindung an nationale und europäische Innovations- und Beschaffungsstrukturen.

Im Bereich Cybersecurity und sichere digitale Infrastrukturen fungiert DIGITAL.SICHER.NRW als zentrale Kompetenz- und Vernetzungsplattform. Gemeinsam mit den starken wissenschaftlichen Kompetenzen des Landes trägt die Initiative zur Entwicklung resilienter digitaler Infrastrukturen sowie sicherheitsrelevanter Technologien und Anwendungen bei und hilft

insbesondere KMU, ihre digitale Sicherheit zu stärken.

Ein besonderes Merkmal NRWs ist die Dichte und Qualität seiner sicherheitsrelevanten Infrastruktur. Das Land verfügt über zahlreiche militärische Standorte, Übungs- und Ausbildungseinrichtungen sowie zentrale Einrichtungen der Bundeswehr und verbündeter Streitkräfte. Allein rund 30 sicherheitsrelevante Kommandostellen sowie u.a. Standorte für Cyber- und Informationsraum (Bonn), Weltraum (Uedem) und Luftwaffe der Bundeswehr verdeutlichen die hohe sicherheitspolitische Bedeutung des Standorts.[36] Eine besondere Rolle nimmt zudem der Raum Köln/Bonn ein. Mit Akteuren wie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, der Deutschen Raumfahrtagentur, der European Space Agency, dem GovSatCom Hub, dem Flughafen Köln/Bonn sowie der Präsenz der Bundeswehr entsteht ein eng verzahntes Ökosystem aus ziviler Raumfahrt, sicherheitsrelevanten Anwendungen, Kommunikation und Infrastrukturentwicklung. In der UN- und Bundesstadt Bonn sind mit Dienstsitzen des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) und des Bundesministeriums der Verteidigung (BMVg) zugleich wichtige Fachabteilungen zu den strategischen Themen Sicherheit und Raumfahrt angesiedelt. Diese Konzentration bietet in der Gesamtschau ein erhebliches Potenzial für integrierte und sicherheitsrelevante Entwicklungsansätze.

4.3 LIFE SCIENCE

4.3.1 Potenzialthemen entwickeln

4.3.2 Maßnahmen umsetzen

4.3.3 Innovationsstärken mobilisieren

4.3 Life Science

Das Zukunftsthema „Life Science“ bündelt medizinische, biowissenschaftliche, humanwissenschaftliche und technologische Innovationen, die die Gesundheitswirtschaft transformieren und zugleich zu einer Entwicklung von wirksameren, schonenderen und effizienteren Verfahren und Produkten in der Ernährungs- und Agrarwirtschaft beitragen. Im Zentrum stehen einerseits medizinische, bioökonomische und biotechnologische Innovationen, die neue Therapieformen, Diagnostikverfahren und Produktionsprozesse ermöglichen sowie die Prävention und Versorgungssicherheit stärken. Ergänzend treiben intelligente MedTech-Systeme sowie robotische, autonome und automatisierte Lösungen im Gesundheitswesen die Präzision und Effizienz von der Forschung bis hin zur sicheren Patientenversorgung voran. Ein vernetztes Gesundheitswesen verknüpft Forschung, Daten und Behandlung in einem integrativen Ökosystem für personalisierte Gesundheitslösungen. Biotechnologische Verfahren leisten zusätzlich einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung von Medizin, Gesundheit, Ernährung und Prävention. Sie schaffen die Grundlage für neue diagnostische, therapeutische und gesundheitsbezogene Anwendungen und stärken zugleich die Entwicklung nachhaltiger Lösungen für eine lebenswerte Zukunft (One-Health). So entsteht ein Zukunftsthema für NRW, das medizinische und biotechnologische Exzellenz mit technologischer Intelligenz verbindet und einen Beitrag zu einer gesunden und resilienten Gesellschaft leistet.[3]

4.3.1 Potenzialthemen entwickeln

Life Science-Innovationen sind zentrale Treiber für Medizin, Gesundheit, Lebensqualität und wirtschaftliche Wertschöpfung. Fortschritte in den Bio- und Lebenswissenschaften, der Medizintechnik und der digitalen Gesundheitsversorgung verändern zunehmend, wie Krankheiten erkannt, behandelt und Prävention organisiert wird – ebenso wie die Schnittstellen zwischen Gesundheit, Individualverhalten, Ernährung und Landwirtschaft. Für NRW ergibt sich daraus die strategische Chance, wissenschaftliche Exzellenz, industrielle Kompetenzen, biotechnologische Verfahren sowie anwendungsnahe Versorgungssysteme zu verknüpfen und Innovationen entlang der gesundheitsbezogenen Wertschöpfungsketten in die Anwendung zu überführen.

Die folgenden Potenzialthemen bündeln jene Innovations- und Anwendungsfelder, in denen sich für NRW besondere Entwicklungsperspektiven entlang der gesamten Wertschöpfungskette ergeben und besondere Hebel für Wachstum, Versorgungssicherheit und technologische Führungsfähigkeit liegen:

- Biotechnologie in MedTech und Biopharma
- Innovative Medizin und E-Health
- Intelligente MedTech und Robotics
- Luft- und Raumfahrtmedizin
- Nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft

Biotechnologie in MedTech und Biopharma

Die biotechnologische Forschung bildet den Ausgangspunkt für grundlegende Innovationen im Gesundheitswesen. Fortschritte in der molekularen Diagnostik ermöglichen es, Krankheiten zunehmend frühzeitig und präzise zu erkennen, etwa durch PCR[37]- und NGS[38]-basierte Verfahren oder durch miniaturisierte Lab-on-a-Chip-Technologien, die Diagnostik näher an den Patienten bringen. Sensorbasierte Systeme erweitern diese Möglichkeiten, indem sie biologische Prozesse kontinuierlich erfassen und damit neue Formen der Überwachung und Prävention ermöglichen. Die Verfügbarkeit und das Wissen über neue Marker tragen zu präziseren Diagnosen bei. Auf dieser diagnostischen Grundlage entwickeln sich zunehmend zielgerichtete Therapieansätze. Zell- und Gentherapien sowie mRNA-basierte Verfahren erlauben es, Krankheiten direkt auf molekularer Ebene zu behandeln. Immunologische Ansätze ergänzen diese Entwicklungen und eröffnen insbesondere in der Onkologie neue Perspektiven. Gleichzeitig ermöglichen personalisierte Therapien eine stärkere Ausrichtung medizinischer Behandlungen auf individuelle Krankheitsprofile und Lebensstile.

Im Bereich der regenerativen Medizin entstehen darüber hinaus neue Möglichkeiten zur Wiederherstellung geschädigter Gewebe. Fortschritte in der Bioanalytik und molekularen Diagnostik – darunter proteombasierte Analyseverfahren – ermöglichen präzisere Krankheitsprofile und unterstützen die Entwicklung zielgerichteter Therapien. Tissue Engineering und Stammzellforschung eröffnen darüber hinaus innovative regenerative Behandlungsformen, die über klassische Therapieansätze hinausgehen. Ergänzt wird dies durch die Entwicklung biofunktionaler Materialien, etwa in Form von Bioimplantaten oder beschichteten Prothesen, die eine bessere Integration technischer Lösungen in den menschlichen Körper ermöglichen.

Diese Entwicklungen werden durch biotechnologische Plattformtechnologien unterstützt, die die Wirkstoffentwicklung beschleunigen und die Skalierung neuer Therapieformen ermöglichen. Zunehmend gewinnt zudem die Biologie des Alterns an Bedeutung. Sie verbindet diagnostische, therapeutische, verhaltensorientierte und präventive Ansätze und entwickelt sich zu einem zentralen Trendfeld, das neue Perspektiven für die Gesunderhaltung ermöglicht. Zudem eröffnen biobasierte Materialien und Beschichtungen neue Möglichkeiten in der MedTech. In ihrer Gesamtheit adressieren diese Innovationspotenziale insbesondere die Branchen Gesundheit, Pharma, Chemie sowie forschungsintensive Technologiebereiche, die gemeinsam die Grundlage für die Entwicklung und Anwendung biotechnologischer und medizinisch relevanter Innovationen bilden.

Gleichzeitig ist das Themenfeld durch einen hohen Transformationsdruck geprägt. Die Alterung der Gesellschaft, steigende Gesundheitskosten sowie die zunehmende Bedeutung personalisierter Medizin erfordern neue Lösungen. Die europäische Life-Sciences-Strategie[39] hebt die Bedeutung biotechnologischer Innovationen für Wettbewerbsfähigkeit und Versorgungssicherheit hervor. NRW verfügt über ein starkes Ausgangsprofil, um diese Entwicklungen aktiv mitzugestalten.

Innovative Medizin und E-Health

Neue diagnostische, therapeutische und digitale Lösungen prägen die Weiterentwicklung der Gesundheitsversorgung grundlegend. Sie reichen von der Entwicklung neuer medizinischer Verfahren, Arzneimittel und neuartiger Therapien über Medizintechnik bis hin zu digitalen Anwendungen für Prävention, Diagnostik, Behandlung, Pflege und Nachsorge. Medizinische Innovationen und E-Health stehen dabei in engem Zusammenhang.

Die Grundlage hierfür bildet das komplexe Zusammenspiel aus einem vitalen Ökosystem mit medizinischer Forschung, klinischer Entwicklung und Erprobung sowie der konkreten Anwendung in der Versorgung. Klinische Studien, einschließlich digital unterstützter und dezentraler Studiendesigns, nehmen dabei eine zentrale Rolle ein. Sie ermöglichen die Bewertung neuer medizinischer und digitaler Verfahren unter realen Versorgungsbedingungen und schaffen eine belastbare Grundlage für deren sichere Anwendung. Digitalisierung, datenbasierte Verfahren und Künstliche Intelligenz erweitern die Möglichkeiten in Medizin und Gesundheitsversorgung. Sie erlauben präzisere Diagnosen und individualisierte Behandlungsansätze und verändern Abläufe auch in Prävention, Therapie, Pflege und Nachsorge.

Die Verbindung von innovativer Medizin und E-Health eröffnet neue Möglichkeiten, bislang fragmentierte Strukturen zu integrieren und neue Formen der Zusammenarbeit zwischen Akteuren zu etablieren. Zudem können neue Systeme die Versorgungssicherheit stärken und die Arbeitsbedingungen und damit die Attraktivität für dringend benötigte Fachkräfte im Gesundheits- und Pflegebereich sichern. Zentrale Voraussetzung hierfür sind interoperable Dateninfrastrukturen, die den sicheren und standardisierten Austausch von Gesundheitsdaten ermöglichen. Standards wie FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) spielen dabei eine Schlüsselrolle, da sie die technische Grundlage für die Verbindung unterschiedlicher Systeme schaffen.

Darauf aufbauend entstehen vielfältige E-Health-Anwendungen und digitale Versorgungsmodelle. Telemedizinische Angebote, digitale Gesundheitsanwendungen und Smart-Hospital-Konzepte tragen dazu bei, Versorgung flexibler, effizienter und stärker patientenorientiert zu gestalten. Digitale Technologien und künstliche Intelligenz unterstützen die Diagnostik und verbessern klinische Entscheidungsprozesse. Insbesondere in der Bildgebung ermöglichen KI-gestützte Verfahren, komplexe medizinische Daten schneller, präziser und stärker individualisiert auszuwerten. Predictive Analytics und personalisierte Medizin eröffnen neue Möglichkeiten, Krankheiten frühzeitig zu erkennen, präventiv zu intervenieren und Therapien individueller auszurichten. Mit dem virtuellen Krankenhaus NRW hat NRW bereits einen bundesweit sichtbaren Leuchtturm aufgebaut, der medizinische Expertise digital vernetzt und telemedizinische Versorgung in die Fläche trägt und damit kostengünstig auch sozial vulnerable Gruppen erreichen kann.

Die Weiterentwicklung der innovativen Medizin und digitalen Gesundheit wird zudem durch übergreifende gesundheitliche und gesellschaftliche Aspekte geprägt. Dazu zählen geschlechts- und genderspezifische Unterschiede in Forschung und Versorgung, die Weiterentwicklung präventiver Ansätze sowie die stärkere Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen menschlicher Gesundheit, Umwelt

und Klima im Sinne des One-Health-Ansatzes, einschließlich zoonotischer Risiken sowie postinfektiöser Krankheitsbilder.

Diese Perspektiven erweitern den Blick auf Gesundheit und Life Science über einzelne Disziplinen hinaus und fließen in Forschung, Entwicklung und Versorgung ein.

Darüber hinaus entstehen auch neue Ökosysteme, in denen Gesundheitsdaten als zentrale Ressource genutzt werden. Plattformansätze und sektorübergreifende Kooperationen verbinden medizinische Einrichtungen, Forschung und Technologieanbieter und schaffen die Grundlage für kontinuierliche Innovation. Diese Entwicklungen betreffen insbesondere die Gesundheitswirtschaft, die digitale Industrie sowie öffentliche und forschungsnahe Akteure.

Die hohe Dichte an Gesundheitseinrichtungen und die wachsende digitale Infrastruktur bieten günstige Voraussetzungen für vernetzte Versorgungssysteme. Die Kombination aus einem großen Gesundheitsmarkt und einer dynamischen Digitalwirtschaft schafft ein leistungsfähiges Innovationsumfeld. Start-ups können hier zusätzliche Treiber der Entwicklungen sein.

Regulatorische und politische Initiativen verstärken diese Entwicklung zusätzlich. Die Einführung der elektronischen Patientenakte im Rahmen des Digital-Gesetzes[40] sowie die Etablierung von Interoperabilitätsstandards wie FHIR und der darauf aufbauenden ISiK[41]-Spezifikation schaffen die Grundlage für eine enge Vernetzung von Daten und Akteuren. NRW kann diese Entwicklungen nutzen, um datengetriebene Innovationen voranzutreiben und neue Versorgungsmodelle zu etablieren. NRW verfügt mit seiner dichten Wissenschafts-, Gesundheitswirtschafts- und Kliniklandschaft über sehr gute Voraussetzungen, medizinische Innovationen und digitale Gesundheitslösungen schnell in die Anwendung zu überführen und weiterzuentwickeln.

Intelligente MedTech und Robotics

Intelligente Medizintechnik sowie robotische und automatisierte Systeme eröffnen neue Möglichkeiten, medizinische, pflegerische und rettungsbezogene Aufgaben technisch zu unterstützen oder teilweise zu übernehmen. Kennzeichnend ist die unmittelbare Verbindung von technischen Systemen mit konkreten Handlungen in Diagnostik, Behandlung, Pflege oder Rettung. Das Potenzialthema umfasst damit insbesondere geräteintegrierte Assistenzlösungen, medizinische Robotik und automatisierte technische Versorgungssysteme.

Systemintegrierte Visualisierungs- und Assistenztechnologien können medizinische Fachkräfte bei der Planung und Durchführung komplexer Eingriffe unterstützen. Dreidimensionale medizinische Visualisierungen ermöglichen es, anatomische Strukturen räumlich darzustellen und Eingriffe präziser vorzubereiten. Gerätebasierte Assistenzsysteme können relevante Informationen unmittelbar im Arbeitsprozess bereitstellen oder einzelne Bewegungs- und Behandlungsschritte technisch unterstützen.

Parallel dazu entwickelt sich die Robotik zu einem zentralen Bestandteil moderner Gesundheitsversorgung. Chirurgische Robotik erhöht die Präzision von Eingriffen, während Pflege- und Servicerobotik dazu beiträgt, Personal zu entlasten und die Qualität der Versorgung zu sichern.

Telemedizinische Robotik erweitert diese Möglichkeiten, indem sie neue Formen der Fernbehandlung und Betreuung ermöglicht. NRW ist zudem in hochspezialisierten klinischen Anwendungsfeldern der robotikgestützten Versorgung positioniert und verbindet medizinische Exzellenz mit technologischer Entwicklung in Bereichen wie robotischer Chirurgie und robotikgestützter Gesundheitsversorgung.

Auch die technische Automatisierung medizinischer und pflegerischer Arbeitsschritte gewinnt an Bedeutung. Automatisierte Systeme können wiederkehrende Aufgaben standardisiert ausführen und dazu beitragen, Abläufe zuverlässiger und effizienter zu gestalten. In Verbindung mit Robotik und gerätebasierten Assistenzsystemen entstehen Lösungen, die Fachkräfte entlasten und zugleich eine gleichbleibend hohe Qualität der Leistungserbringung unterstützen.

Ein besonderes Profilfeld stellt die Rettungsrobotik dar. Sie erweitert die Anwendung technologischer Lösungen auf den Bereich der Gefahrenabwehr und des Bevölkerungsschutzes und verbindet damit medizinische Versorgung mit sicherheitsrelevanten Fragestellungen.

Diese Entwicklungen eröffnen Innovationspotenziale insbesondere in den Bereichen MedTech, digitale Industrie und Elektronik sowie ebenfalls in den Bereichen der Rettungsrobotik der Luft- und Raumfahrt und in sicherheitsbezogenen Industrien. Die technologischen Kompetenzen einer in NRW ausgeprägten und wachstumsstarken digitalen Industrie treffen auf ein großes und diversifiziertes Gesundheitsökosystem, das als Anwendungsfeld für neue Lösungen dient. Dadurch entstehen besondere Chancen, Innovationen nicht nur zu entwickeln, sondern auch in der Praxis zu erproben und zu skalieren.

Der zunehmende Fachkräftemangel, die wachsenden Herausforderungen der Finanzierung des Gesundheitswesens sowie steigende Anforderungen an Effizienz und Qualität verstärken den Handlungsdruck zusätzlich. Gleichzeitig gewinnt die Resilienz von Versorgungssystemen an Bedeutung, etwa im Kontext von Krisen und Katastrophen. Die Rettungsrobotik, insbesondere in Verbindung mit Anwendungen im Bevölkerungsschutz, stellt in diesem Zusammenhang ein strategisch relevantes Profilfeld dar, in dem NRW über spezifische Kompetenzen verfügt.

Luft- und Raumfahrtmedizin

Die Luft- und Raumfahrtmedizin verbindet biowissenschaftliche Forschung mit technologischer Entwicklung unter extremen Bedingungen. Sie untersucht, wie sich spezielle Umgebungsbedingungen wie Schwerelosigkeit, Strahlung oder Isolation auf den menschlichen Körper auswirken und welche Maßnahmen erforderlich sind, um Gesundheit und Leistungsfähigkeit unter diesen Bedingungen zu erhalten.

Zur Erforschung dieser Fragestellungen werden spezialisierte Infrastrukturen eingesetzt, die extreme Umweltbedingungen simulieren und eine detaillierte Analyse physiologischer Prozesse ermöglichen. Gleichzeitig entstehen hierdurch in der Breite anwendbare technologische Lösungen im Bereich der Sensorik, Diagnostik und Visualisierung, die eine präzise Erfassung und Auswertung von Gesundheitsdaten erlauben.

Die in diesem Kontext entwickelten Erkenntnisse und Technologien lassen sich

zunehmend auf andere Anwendungsfelder übertragen. Insbesondere in der Präventionsmedizin, in der Telemedizin sowie in der medizinischen Versorgung unter schwierigen Bedingungen ergeben sich neue Anwendungsmöglichkeiten.

Damit verbindet dieses Potenzialthema die industriellen Ökosysteme der Luft- und Raumfahrt, Verteidigung und Gesundheit mit digitalen Technologien und schafft ein hochspezialisiertes Innovationsfeld. Das industrielle Ökosystem der Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie zeichnet sich besonders durch eine hohe Spezialisierung und technologische Tiefe aus. In Kombination mit der starken Gesundheits- und Forschungslandschaft ergibt sich ein Profilfeld, das NRW international sichtbar positionieren kann. Die Relevanz dieses Potenzialthemas wird durch globale Entwicklungen zusätzlich verstärkt. Insbesondere die zunehmende Bedeutung von Resilienz, Sicherheit und medizinischer Versorgung unter Extrembedingungen – etwa im Kontext von Raumfahrtmissionen, Krisenszenarien oder als Dual-Use in sicherheitsrelevanten Anwendungen – rückt die Verbindung von Lebenswissenschaften, Hochtechnologie und Bevölkerungsschutzaspekten stärker in den Fokus. NRW kann hier seine bestehenden Kompetenzen gezielt weiterentwickeln und in ein wachsendes internationales Innovationsfeld einbringen.

Nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft

Lebenswissenschaften gewinnen auch im Bereich der Landwirtschaft und Ernährung zunehmend an Bedeutung. Neue technologische Ansätze ermöglichen es, landwirtschaftliche Produktionssysteme effizienter, resilienter und stärker an umweltschonenden und gesundheitlichen Anforderungen auszurichten.

Im Bereich des Smart Farming kommen datenbasierte Steuerungssysteme, Sensorik, Fernerkundung und Automatisierung zum Einsatz, um Produktionsprozesse und Ressourcenverbrauch zu optimieren. In den nächsten Jahren wird die Markteinführung leichter und autonomer Geräte erwartet, die ressourcen-, wasser- und bodenschonend auf dem Feld unterwegs sind. Diese sammeln zahlreiche Messdaten und unterstützen mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz die Planung und Durchführung vieler Arbeitsschritte. Das fängt beim Ausbringen von Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmitteln an und endet noch nicht bei der Bestimmung des optimalen Erntezeitpunkts. Auch in der Nutztierhaltung sind autonome Technologien bereits etabliert: Melkrobotersysteme sowie Sensoren an Tieren und in tierhaltenden Produktionsumgebungen erfassen kontinuierlich eine Vielzahl relevanter Parameter, darunter Bewegungsmuster, Körpertemperatur und Leistungsdaten. Die gewonnenen Informationen sind in Echtzeit verfügbar und ermöglichen ein datenbasiertes Management von Tiergesundheit, Tierwohl und Produktionsprozessen. Gleichzeitig eröffnen bioökonomische und genetische Innovationen neue Möglichkeiten, etwa durch den Einsatz von Biodüngern oder die Weiterentwicklung von Pflanzen.

Parallel dazu verändern sich die Anforderungen an Ernährungssysteme. Umweltfreundliche Verfahren, alternative Proteinquellen und neue Lebensmittel (novel food) gewinnen an Bedeutung und tragen dazu bei, Ernährungssysteme an veränderte natürliche, gesellschaftliche und gesundheitliche Anforderungen anzupassen.

Diese Entwicklungen werden durch biobasierte Vorleistungen ergänzt, die insbesondere für die Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie relevant sind und neue Innovationsmöglichkeiten entlang der Wertschöpfungskette eröffnen. Damit adressiert dieses Potenzialthema insbesondere die Agrar- und Lebensmittelwirtschaft sowie angrenzende Bereiche wie Chemie, Maschinenbau und digitale Technologien.

NRW verfügt über eine relevante Landtechnik-, Agrar- und Lebensmittelwirtschaft mit signifikanter wirtschaftlicher Bedeutung und wachsender Innovationsdynamik. Gleichzeitig steht das System unter erheblichem Transformationsdruck. Klimawandel, veränderte Ernährungsgewohnheiten sowie Anforderungen an Umwelt- und Klimaverträglichkeit Versorgungssicherheit und Gesundheit erfordern neue Lösungen. Europäische Initiativen wie die Farm-to-Fork-Strategie[42] unterstreichen diese Entwicklung.

Für NRW ergibt sich daraus die Chance, bestehende Stärken mit neuen technologischen Ansätzen zu verbinden und das Themenfeld als wichtigen Bestandteil einer zukunftsfähigen Life-Science-Strategie zu positionieren.

4.3.2 Maßnahmen umsetzen

Im Zukunftsthema „Life Science“ fokussiert die Landesregierung ihre Innovationspolitik gezielt auf jene Schnittstellen, an denen Forschungsergebnisse in klinische und praktische Anwendung überführt und biotechnologische Verfahren, MedTech-Lösungen, innovative Medizin, digitale Gesundheitsanwendungen sowie Präventionsansätze zur Marktreife weiterentwickelt werden. Damit stärkt NRW ein Zukunftsthema, das bioökonomische und biotechnologische Exzellenz mit nachhaltiger Transformation und technologischer Intelligenz für eine gesunde und resiliente Gesellschaft verbindet.

Investieren: NRW richtet Finanzierungs- und Investitionsstrukturen gezielt auf die spezifischen Anforderungen des Life Science-Ökosystems aus

NRW stärkt Investitionen in Innovation zukünftig vor allem dort, wo erhöhte Investitionsrisiken durch lange Entwicklungszyklen, klinische Validierung, regulatorische Anforderungen und hohe primäre Kapitalbedarfe größere Finanzierungslücken zwischen Forschung, Anwendung und Markt entstehen lassen. Um diese Lücken zu schließen, werden Förder- und Finanzierungsinstrumente im Land gezielt weiterentwickelt. Dabei gewinnen passgenauere Instrumente für technologieintensive Vorhaben in Biotechnologie, Medizintechnik, digitaler Gesundheit und Bioökonomie noch stärkere Bedeutung. Mit dem Innovationswettbewerb Gesünder.IN.NRW hat das Land bereits in der vergangenen Förderperiode einen wichtigen Grundstein zur Förderung des Wissens- und Technologietransfers mit Fokus auf innovative Medizin, Gesundheit und Life Science, insbesondere aus der Spitzenmedizin, der Medizintechnik, den Lebens- und Ernährungswissenschaften sowie der Pharmazie gelegt. Hinzu kommt EIP-Agrar.NRW als praxisnahes Innovationsinstrument an der Schnittstelle zu umweltfreundlicherer Land- und Ernährungswirtschaft sowie Bioökonomie. Künftig entwickelt die Landesregierung diese Förderinstrumente

gezielt weiter und stellt eine optimale Verzahnung miteinander sicher.

Der Ausbau strategischer Forschungs-, Technologie- und Innovationsinfrastrukturen dient künftig als wichtiges Instrument, um die anwendungsnahe Entwicklung, klinische Validierung und industrielle Umsetzung von Life Science-Innovationen in NRW zu stärken. NRW investiert dafür gezielt in leistungsfähige und gemeinsam nutzbare Infrastrukturen, die Forschung und Anwendung angepasst an relevante regionale Voraussetzungen engr verzahnen. Mit dem Aufbau und der Weiterentwicklung der Medical Science City als biomedizinischer Innovationsstandort mit Reinraum- und Produktionskapazitäten fördert die Landesregierung. innovative Therapien, Diagnostik und medizinische Anwendungen nah an klinische Erprobung und erste Umsetzung zu bringen.

Ein weiterer investiver Schwerpunkt liegt auf Gesundheitsdatenräumen und digitalen Infrastrukturen. Bereits gegenwärtig zeigen Datenintegrationszentren an Universitätskliniken sowie regionale Strukturen wie das Datenkompetenzzentrum DIM.RUHR, wie Gesundheitsdaten datenschutz- und qualitätsgesichert für Forschung, Versorgung und Versorgungsforschung nutzbar gemacht werden können. Künftig werden sichere, standardisierte und interoperable Datenräume im Land weiter ausgebaut, damit Patientendaten, Versorgungsdaten und Forschungsdaten besser für Forschung, Entwicklung, Validierung und klinische Anwendung genutzt werden können.

Flankierend setzt sich die Landesregierung auf Bundes- und EU-Ebene für innovationsfreundliche regulatorische Rahmenbedingungen für sichere Wirkstoffe, Diagnostik, MedTech und digitale Gesundheitsanwendungen ein. Im Fokus stehen transparentere und effizientere Verfahren bei klinischer Erprobung, Validierung und Zulassung, um Investitionen besser planbar zu machen und Life Science-Innovationen schneller in sichere Versorgung und Anwendung zu überführen.

Vernetzen: NRW stärkt gezielt die Zusammenarbeit entlang der Life-Science-Wertschöpfungskette

NRW baut auf bestehenden Cluster- und Netzwerkstrukturen im Life Science-Bereich auf und entwickelt sie gezielt zu Wertschöpfungs- und Translationsräumen weiter, in denen Wissenschaft, Unternehmen, Kliniken, Versorgung und internationale Partner früh entlang gemeinsamer Entwicklungsziele zusammenkommen.

Mit dem Cluster Medizin.NRW verfügt das Land über eine zentrale Plattform, die die Innovationskraft in Medizin, Gesundheit und Life Science bündelt, Akteursgruppen aus Wissenschaft, Wirtschaft, Versorgung und Zivilgesellschaft miteinander vernetzt und damit den Transfer von Forschungsergebnissen in marktfähige Lösungen sowie eine bessere Gesundheitsversorgung maßgeblich fördert. Mit der biohybriden Medizin adressiert das Cluster zudem ein spezifisches Forschungsfeld an der Schnittstelle von Material, Biologie, MedTech und biomedizinischer Anwendung, das NRW als Ansatzpunkt für neue Forschungs-, Transfer- und Unternehmenskooperationen aufgreifen kann. Medizin.NRW wird künftig gezielt genutzt, um Kooperationsprojekte früh mit Fragen der Validierung, Versorgungspraxis und wirtschaftlichen Verwertung zu verbinden.

Zudem verfügt NRW mit BIO.NRW über einen Akteur, der die Vernetzung der medizinischen Biotechnologie stärkt und Forschung, Unternehmen, Gründungen und internationale Partner in Wertschöpfungsketten verbindet. Die Landesregierung knüpft daran an, um biotechnologische Entwicklungs- und Verwertungspfade im Land sichtbar und anschlussfähig zu machen und diese mit internationalen Partnern zu verbinden.

Für den Bereich digitale Gesundheit und vernetzte Versorgung konnte NRW bis Ende 2025 mit DigiHealthStart.NRW gezielt die Vernetzung von Start-ups, Wissenschaft, Versorgung, Krankenkassen, Wirtschaft und Investoren stärken. In seiner aktuellen privatwirtschaftlichen Weiterführung unterstützt es digitale Gesundheitslösungen bei Markteintritts- und Wachstumsperspektiven. Ergänzend dazu sollen weitere netzwerkbasierte Landesmaßnahmen im Bereich der Medizintechnik initiiert werden, um Akteure gezielt bei der Bewältigung hoher teilbranchenspezifischer Anforderungen zu unterstützen und dadurch den Marktzugang zu beschleunigen.

Der Raumfahrtstandort Köln/Bonn mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, der European Space Agency und der LUNA Analog Facility eröffnet NRW darüber hinaus eine spezialisierte Schnittstelle zu Raumfahrtmedizin, Telemedizin und Versorgung unter Extrembedingungen. Die dort entwickelten robusten und miniaturisierten Lösungen in Sensorik, Diagnostik, Visualisierung und Robotik lassen sich für ausgewählte Life Science-Anwendungen strategisch nutzen.

Übersetzen: NRW stärkt gezielt die klinische Validierung und Überführung von Life Science-Innovationen in die Anwendung

NRW stärkt Test-, Validierungs- und Demonstrationsumgebungen, in denen Life Science-Innovationen unter klinischen, regulatorischen oder industriellen Bedingungen erprobt und in anwendungsreife und marktfähige Lösungen überführt werden. Eine zentrale Rolle nehmen dabei klinische Studien ein, weil sich Wirksamkeit, Sicherheit und Versorgungsrelevanz neuer Verfahren erst unter realen Versorgungsbedingungen belastbar bewerten lassen. Das Land stärkt deshalb das Zusammenwirken von Universitätskliniken, Forschungseinrichtungen und Unternehmen bei Planung und Durchführung klinischer Studien und unterstützt digital gestützte und dezentrale Studiendesigns. NRW verzahnt diese Infrastrukturen mit anwendungsorientierten Förderprogrammen und stellt die Abstimmung zwischen den Instrumenten sicher, um Brüche zwischen Forschung, Validierung, klinischer Entwicklung und Markteinführung zu reduzieren.

Für die Bereiche der digitalen Versorgung, Prävention und Gesundheitsautomatisierung stärkt NRW bestehende Demonstrations-, Plattform- und Dateninfrastrukturen als Übersetzungsräume für digitale Gesundheitsanwendungen. Darauf kann NRW mit bestehenden Demonstrations- und Dateninfrastrukturen aufbauen. SmartHospital.NRW zeigt, wie KI-gestützte Lösungen in konkrete Krankenhausprozesse gebracht und übertragbar gemacht werden können. Datenintegrationszentren an Universitätskliniken in NRW und DIM.RUHR sowie ein Flagship-Projekt von KI.NRW zu Datensicherheit im Gesundheitswesen schaffen ergänzend die

Grundlage, Gesundheitsdaten für Forschung, Versorgungsinnovation und -erleichterungen sowie regionale Gesundheitsanwendungen nutzbar zu machen.

Eine breite Anwendung und der wirtschaftliche Erfolg präventionsbezogener Innovationen sind überwiegend an das Individualverhalten und an persönliche Konsumentscheidungen gebunden. Daher erfordert eine erfolgreiche Translation und Markteinführung von den höchst wirksamen gesundheitserhaltenden und -fördernden Innovationen häufig auch eine Kopplung an die Verwaltungsprozesse der gesetzlichen Krankenversicherungen oder eine entscheidungsrelevante Berücksichtigung des personalisierten Life-Style Sektors. In diesem komplexen Kontext können somit auch dringend erforderliche soziale Innovationsprozesse und eine substanzielle Stärkung der in Deutschland sehr niedrigen allgemeinen Gesundheitskompetenz ausgelöst werden, z.B. bei der personalisierten und gendersensiblen medizinischen Versorgung, bei der Befähigung von Patienten sowie bei Lebensstilanpassungen. Die Innovationskraft derartiger Maßnahmen soll daher auch unter dem Aspekt potenzieller Kosteneinsparungen im Gesundheitssystem und dem Entgegenwirken einer zunehmenden gesundheitlichen Ungleichheit berücksichtigt werden.

Skalieren: NRW stärkt gezielt Technologiereife, Wachstum und Marktdurchdringung von Life Science-Innovationen

NRW verbessert gezielt die Finanzierung später Entwicklungs- und Skalierungsphasen, in denen Unternehmen hohe Kapitallasten und verbleibende technologische, klinische oder regulatorische Risiken tragen. Dazu stärkt die Landesregierung Co-Investitionsmodelle, die Einbindung privater Kapitalgebenden und Förderinstrumente, die auf klinische Entwicklungsphasen, Zulassungsanforderungen und marktorientierte Skalierung zugeschnitten sind.

Ein weiterer Skalierungshebel liegt in strategischen Industriepartnerschaften und der Integration junger Life Science-Unternehmen in bestehende Wertschöpfungsketten. Gerade in roter Biotechnologie (Einsatz biotechnologischer Verfahren und Anwendungen in Medizin und Gesundheitswesen) und Medizintechnik sind Unternehmen auf Partner für klinische Entwicklung, Produktion, Zulassung und Marktzugang angewiesen. NRW unterstützt daher Kooperationen zwischen Start-ups, KMU, Kliniken, Forschungseinrichtungen und Industrie und bindet industrielle Anforderungen frühzeitig in Entwicklungsprozesse ein.

Für digitale Gesundheit und MedTech werden Skalierungszugänge über Versorgung, Markteintritt und internationale Sichtbarkeit erweitert und digitale Gesundheits-Start-ups gezielt beim Markteintritt und der Internationalisierung unterstützt. Gleichzeitig knüpft NRW an bestehende Demonstrations- und Versorgungsmodelle sowie internationale Plattformen wie die MEDICA in Düsseldorf an, um digitale Gesundheitsinnovationen schneller in die Regelanwendung und internationale Märkte zu überführen. Ein besonderer Fokus für die Skalierung von Innovationen der Daseinsvorsorge und Versorgungssicherheit liegt auf dem koordinierten Zusammenwirken mit gesetzlichen Krankenkassen.

4.3.3 Innovationsstärken mobilisieren

Für die Entwicklung der beschriebenen Potenzialthemen und die Umsetzung der vorgesehenen Maßnahmen verfügt NRW über gute Ausgangsbedingungen: solide Wirtschaftsstrukturen, eine exzellente und breit aufgestellte Wissenschaftslandschaft sowie leistungsfähige Netzwerk- und Transferstrukturen. In ihrem Zusammenspiel verbinden sie Forschung und wirtschaftliche Anwendung und schaffen so tragfähige Voraussetzungen für die Entwicklung und Umsetzung von Innovationen in den Bereichen Gesundheit und Life Science.

Wirtschaftliche Spezialisierung

Das Life Science-Ökosystem in NRW weist große Marktpotenziale und gefestigte Wirtschaftsstrukturen entlang zentraler Wertschöpfungsstufen auf. Dies zeigt sich insbesondere in der Gesundheitswirtschaft, die mit einer Bruttowertschöpfung von rund 90 Mrd. Euro (11,3 % der Gesamt-Wirtschaftsleistung von NRW)[43] und mehr als 1,3 Mio. Erwerbstätigen[44] ein zentraler Pfeiler der Wirtschaft ist und kontinuierlich weiter wächst.

Auch die steigende Unternehmenszahl sowie die bis 2035 prognostizierten Zuwächse bei Wertschöpfung und Beschäftigung unterstreichen die wirtschaftliche Dynamik des Ökosystems.[45][46]

Innerhalb der Gesundheitswirtschaft ist u.a. die pharmazeutische Industrie ein wichtiger forschungs- und innovationsintensiver Impulsgeber. NRW zählt zu den führenden Pharmastandorten in Deutschland und erzielte 2024 den zweithöchsten Pharmaumsatz aller Bundesländer. Die Branche ist mit einem Ausfuhrwert von rund 13,1 Mrd. Euro durch eine hohe Exportorientierung geprägt und eng in internationale Wertschöpfungsketten eingebunden.[47]

Neben dem industriellen Ökosystem „Gesundheit“ lassen sich auch in weiteren industriellen Ökosystemen Entwicklungen erkennen, die die Bedeutung des Life Science-Bereichs für NRW unterstreichen und dessen Wachstum fördern.

Besonders die “Digitale Industrie“ fungiert als zentraler Enabler für Innovationen im Life Science-Bereich und weist zugleich eine hohe wirtschaftliche Dynamik auf. Bis 2035 werden eine Zunahme der Bruttowertschöpfung um rund 18 % prognostiziert.[48] Digitale Technologien, etwa in Datenanalyse, KI-gestützter Diagnostik oder digitalen Gesundheitsanwendungen, sind integraler Bestandteil medizinischer Innovationen und eröffnen neue Möglichkeiten entlang der Wertschöpfungskette.

Auch das industrielle Ökosystem „Elektronik“ als wichtige technologische Grundlage für medizintechnische Innovationen zeigt in Bezug auf dessen Bruttowertschöpfung eine dynamische Entwicklung auf.[49][50] Darüber hinaus bildet das industrielle Ökosystem „Agrar- und Lebensmittel“ eine wirtschaftlich robuste Basis für die zunehmend bedeutsamen Schnittstellen zwischen Ernährung, Prävention und Gesundheit. Das zeigt sich unter anderem an der preisbereinigten Bruttowertschöpfung, die zwischen 2018 und 2023 um rund 11 %[51] gewachsen ist, sowie an der Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die im Zeitraum 2018 bis 2025 um 4 %[52] gestiegen ist – jeweils über dem Bundesdurchschnitt. Zugleich verfügt NRW über weltweit führende und innovative Hersteller von Landtechnik und gilt als

ein Kerngebiet für spezialisierte Ackerbautechnik, Erntemaschinen und Transportlösungen. Somit zeigt sich, dass das Zukunftsthema „Life Science“ in NRW als integriertes Innovationsökosystem wirkt, das technologische, industrielle und gesellschaftliche Entwicklungen miteinander verbindet. Die enge Verzahnung mit digitalen Technologien, materialwissenschaftlichen Kompetenzen und bioökonomischen Ansätzen ermöglicht es, Innovationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu entwickeln und in unterschiedliche Anwendungsfelder zu übertragen.

Eine breit aufgestellte Unternehmenslandschaft erstreckt sich über zentrale Wertschöpfungsstufen der Gesundheits-, Land- und Ernährungswirtschaft sowie Bioökonomie. Unternehmen aus Biotechnologie, Pharma, Diagnostik, Medizintechnik, Landtechnik, Spezialchemie und digitalen Gesundheitstechnologien decken Aktivitäten von der Forschung und Wirkstoffentwicklung über Produktion und Materialtechnologien bis hin zu medizintechnischen Anwendungen und Gesundheitslösungen ab. Ergänzt wird diese Basis durch eine dynamische Start-up-Szene, die insbesondere in personalisierter Medizin und Prävention, digitalen Gesundheits- und Lebensstilanwendungen sowie regenerativen Technologien neue Innovationsimpulse setzt. Dieses Zusammenspiel schafft gute Voraussetzungen, Life Science-Innovationen entlang zentraler Wertschöpfungsstufen zu entwickeln, in unterschiedliche Anwendungsfelder zu übertragen und zu skalieren.

Wissenschaftliche Exzellenz und Forschungsinfrastrukturen des Zukunftsthemas

Die Wissenschaftslandschaft im Zukunftsthema „Life Science“ reicht von biomedizinischer Grundlagenforschung und translationaler Medizin bis hin zu gesundheitsbezogener Biotechnologie, bioökonomischen Forschungsansätzen und datengetriebenen Gesundheitsanwendungen. Rund 1.000 Professorinnen und Professoren in Medizin sowie Gesundheits- und Agrarwissenschaften[53] und steigende Absolventenzahlen in gesundheits- und biowissenschaftlichen Studienbereichen[54] unterstreichen die breite wissenschaftliche Kompetenzbasis des Landes. Diese Stärke zeigt sich zudem in der FuE-Projektförderung des Bundes, insbesondere in den Bereichen Bioökonomie sowie Gesundheitsforschung und Gesundheitswirtschaft. [55]

Kennzeichnend für den Standort ist die enge Verbindung von universitärer Forschung, außeruniversitären Instituten und klinischen Anwendungsfeldern. Universitätskliniken, medizinische Fakultäten und spezialisierte Forschungszentren schaffen in NRW günstige Voraussetzungen, um neue diagnostische, therapeutische und technologische Ansätze frühzeitig in klinischen und versorgungsnahen Kontexten zu erproben. Auf dieser engen Verzahnung von Forschung und Anwendung bauen die vielfältigen wissenschaftlichen Kompetenzfelder des Landes im Bereich Life Science auf.

Zu den profilprägenden Einrichtungen der biomedizinische Forschung zählen unter anderem das Zentrum für Molekulare Medizin Köln (ZMMK) und das Zentrum für Medizinische Biotechnologie der Universität Duisburg-Essen sowie die im Rahmen der Exzellenzstrategie geförderten Cluster

ImmunoSensation[3] in Bonn und CECAD in Köln. Ergänzt werden sie durch das Max-Planck-Institut für Biologie des Alterns in Köln, das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen mit Hauptsitz in Bonn und das Forschungszentrum Jülich mit seinem Institut für Neurowissenschaften und Medizin. Gemeinsam stehen diese Einrichtungen für international sichtbare Kompetenzen insbesondere in den Bereichen Immunologie, Präzisionsmedizin, Alternsforschung und translationale Forschung.

Eine weitere Säule des wissenschaftlichen Profils bilden außeruniversitäre Einrichtungen mit Kompetenzen in Wirkstoffforschung und Diagnostik. Das Zentrum für Proteindiagnostik der Ruhr-Universität Bochum verbindet Proteomanalytik und Bioinformatik mit klinischer Forschung, während das Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie (IME) über GMP-zertifizierte Anlagen zur Herstellung biopharmazeutischer Wirkstoffe betreibt. Das Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften und das Leibniz-Institut für Interaktive Materialien bringen weitere Schwerpunkte in Bioanalytik, Diagnostikforschung und biofunktionalen Materialien ein.

Eine weitere Stärke liegt an der Schnittstelle von Medizin und Hochtechnologie. Das DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin sowie die Forschungs- und Entwicklungsumfelder insbesondere in Region Köln/Bonn und Aachen verbinden Kompetenzen in Raumfahrt, Simulation, Sensorik und Medizin und stärken damit das Hochtechnologieprofil des Standorts. Mit dem Euregionalen Zentrum für robotische Chirurgie RWTH Aachen (EuRoSA) und dem Schwerpunkt Robotics in Healthcare an der Uniklinik RWTH Aachen bestehen zudem spezialisierte klinische Kompetenzen in der robotikgestützten Versorgung.

Mit den Exzellenzclustern für Pflanzenwissenschaften CEPLAS und PhenoRob bestehen in NRW profilprägende Forschungsschwerpunkte für eine nachhaltige Pflanzenproduktion. Eine besondere Stellung nimmt zudem die Universität Bonn mit der einzigen agrarwissenschaftlichen Fakultät des Landes ein. An der Schnittstelle von Ernährung und Gesundheit forschen zudem das Deutsche Diabetes-Zentrum in Düsseldorf und das Max-Planck-Institut für Stoffwechselforschung in Köln.

Forschungsinfrastrukturen wie Labore, Core Facilities, analytische Plattformen und klinische Studienumgebungen unterstützen die Überführung wissenschaftlicher Kompetenzen in anwendungsnahe Innovationen und schaffen wichtige Voraussetzungen für Entwicklungen in Biopharma, Diagnostik, MedTech, digitaler Versorgung und bioökonomischen Anwendungen. Eine wichtige Rolle übernimmt das Bioeconomy Science Center (BioSC), das die bioökonomischen Kompetenzen des Forschungszentrums Jülich, der RWTH Aachen sowie der Universitäten Bonn und Düsseldorf bündelt. Insbesondere die ernährungsbezogenen Forschungsfelder des BioSC sind hier anschlussfähig, während die industrielle Biotechnologie im Zukunftsthema „Klimaneutrale, zirkuläre Wirtschaft und ökologische Resilienz" vertieft wird

Netzwerke, Cluster und anwendungsnahe Infrastrukturen verbinden Forschung, Unternehmen und Markt

Neben der starken Forschungsbasis prägt eine gut ausgeprägte intermediäre Landschaft das Life-Science-Ökosystem in NRW

und verbindet Wissenschaft, Wirtschaft und Anwendung. Dies ist besonders an den Schnittstellen zwischen Forschung, klinischer Anwendung, industrieller Skalierung und regulatorischen Anforderungen von Bedeutung.

Eine zentrale Rolle übernehmen spezialisierte Netzwerke und Cluster wie BIO.NRW und Medizin.NRW, die Forschungs- und Unternehmenskompetenzen unter anderem in Biotechnologie, Medizinforschung und Digitalisierung im Gesundheitswesen bündeln und Akteure landesweit vernetzen.

Regionale und thematische Netzwerke wie z.B. LifeScienceNet Düsseldorf, Bioanalytik Münster, MedLife e.V., Ernährung-NRW e.V., die Food-Processing Initiative und der Foodhub NRW erweitern diese Strukturen insbesondere an den Schnittstellen zu Ernährung, Nachhaltigkeit und industrieller Umsetzung.

Für den Transfer in den Life Sciences spielen spezialisierte Labor-, Validierungs- und Gründungsinfrastrukturen eine wichtige Rolle, um Forschungsergebnisse in Anwendung und unternehmerische Umsetzung zu überführen. Technologiezentren wie das Life Science Center Düsseldorf, das BioMedizinZentrum Dortmund und das Center for Nanotechnology (CeNTech) in Münster bieten Start-ups nötige Labor- und Validierungsumgebungen. Der Bio-Campus Cologne bietet darüber hinaus als einer der größten Biotech-Parks Deutschlands spezialisierte Laborflächen und ein Umfeld für die Skalierung biotechnischer Innovationen. Das spezialisierte Gründungszentrum „U-Bo-LIFE-AI“ der Universität Bonn unterstützt zudem gezielt Ausgründungen und Innovationen an der Schnittstelle von KI und Lebenswissenschaften. Ergänzend schaffen Pilotanlagen und Reallabore die Voraussetzungen, um Forschung unter Realbedingungen zu validieren und in marktfähige medizinische und gesundheitsbezogene Anwendungen zu überführen.

4.4 KLIMANEUTRALE, ZIRKULÄRE WIRTSCHAFT UND ÖKOLOGISCHE RESILIENZ

4.4.1 Potenzialthemen entwickeln

4.4.2 Maßnahmen umsetzen

4.4.3 Innovationsstärken mobilisieren

4.4 Klimaneutrale, zirkuläre Wirtschaft und ökologische Resilienz

Das Zukunftsthema „Klimaneutrale, zirkuläre Wirtschaft und ökologische Resilienz“ bündelt Innovationen, die den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen, klima-, umwelt- und ressourcenschonenden Wertschöpfung ermöglichen.

Eine zentrale Rolle spielen zirkuläre Prinzipien beim Design von Produkten, Prozessen und Geschäftsmodellen sowie bei der Nutzung und Rückführung der eingesetzten Ressourcen. Dadurch werden die R-Strategien – Reduzieren, Wiederverwenden, Reparieren, Aufbereiten, Recyceln – als zentrale Ansätze der Circular Economy systematisch umgesetzt. Rohstoffe bleiben möglichst lange im Wirtschaftskreislauf, Stoffkreisläufe werden geschlossen, die Material Use Rate erhöht und der Ressourcenverbrauch pro Kopf gesenkt. Auf diese Weise wird Wertschöpfung von Ressourcenverbrauch entkoppelt und die Grundlage für eine resiliente, klimaneutrale Wirtschaft geschaffen.

Innovative Lösungen wie Herstellungsformen, Produktdesign und Wieder- bzw. Weiterverwendung ermöglichen es, Energie und Materialien effizient zu nutzen, wirtschaftliche Stoffkreisläufe konsequent zu schließen und den Ressourcenverbrauch insgesamt zu senken. Innovationen im Bereich der industriellen Bioökonomie leisten hierzu einen wichtigen Beitrag, indem sie den Einsatz nachwachsender Rohstoffe und biobasierter Verfahren vorantreiben und so den Übergang zu einer klimaneutralen, zirkulären Wirtschaft unterstützen. Darüber hinaus tragen sowohl neue Ansätze in der Energie- und Ressourceneffizienz als auch innovative Bau- und Rückbauweisen sowie der Ausbau einer modernen, klima- und umweltfreundlichen Infrastruktur dazu bei. Innovationen in der Energieerzeugung – von erneuerbaren Lösungen über Wasserstoff bis hin zu modernen Speichertechnologien – eröffnen neue Wege, reduzieren Emissionen und ersetzen fossile Ressourcen.

Zudem fördern innovative Technologien und Verfahren die schonende Nutzung, den Schutz und die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit von Böden, Wasser, Luft und Biodiversität sowie die Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Sie sind bereits heute ein bedeutender Wirtschaftsfaktor in NRW, eröffnen neue wirtschaftliche Anwendungsfelder und stärken zugleich die ökologische Resilienz.

So entsteht ein integratives Zukunftsthema für NRW, das ökologische Verantwortung mit ökonomischer Leistungsfähigkeit verbindet und den Weg in eine zirkuläre, klimaneutrale Zukunft ebnet.[3]

4.4.1 Potenzialthemen entwickeln

„Klimaneutrales, zirkuläres Wirtschaften und ökologische Resilienz“ sind zentrale Voraussetzungen für Versorgungssicherheit, langfristige Wettbewerbsfähigkeit und Klimaneutralität der gesamten Wirtschaft in NRW. Angesichts steigender Energie- und Ressourcenpreise, regulatorischer Anforderungen, zunehmender Klimarisiken sowie des Verlusts der biologischen Vielfalt gewinnt die Fähigkeit, Wertschöpfung ressourcenschonend, emissionsarm, zirkulär und resilient zu gestalten, strategisch an Bedeutung.

Innovationen sind ein wesentlicher Schlüssel, um diesen Herausforderungen zu begegnen und zugleich neue Wertschöpfungspotenziale in NRW zu erschließen. Dafür braucht es ein breites Spektrum an technologischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Lösungen, die in unterschiedlichen Branchen, Wertschöpfungsstufen und Anwendungsbereichen ansetzen können. Die erforderlichen Innovationen entstehen dabei aus dem Zusammenspiel vielfältiger Kompetenzen – von der Entwicklung neuer Technologien, Materialien und Verfahren über digitale und datenbasierte Lösungen bis hin zu neuen Produkten, Dienstleistungen, Geschäftsmodellen und Formen der Zusammenarbeit.

Eine besondere Bedeutung haben dabei Lösungen, die den schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen ermöglichen, Umweltbelastungen an der Quelle reduzieren, das Ausschleusen von bestehenden Umweltbelastungen ermöglichen, Stoffkreisläufe schließen und die Anpassungsfähigkeit gegenüber klimatischen und ökologischen Veränderungen auch im Zuge der Daseinsvorsorge stärken. Daraus ergeben sich vielfältige Innovationspotenziale entlang bestehender und neuer Wertschöpfungsketten. Sie reichen von der nachhaltigen Nutzung und Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen über ressourcen- und energieeffiziente Produktionsprozesse bis hin zu neuen Formen der Kreislaufwirtschaft, der Klimaanpassung und des Schutzes natürlicher Systeme.

NRW verfügt hierfür über eine breite industrielle, technologische, wissenschaftliche und infrastrukturelle Basis. Die gewachsenen Kompetenzen der Umweltwirtschaft sind dabei ebenso relevant wie die Fähigkeiten und Wertschöpfungsstrukturen anderer Wirtschafts- und Industriebereiche. Entscheidend ist die Verknüpfung dieser Kompetenzen und ihre Weiterentwicklung zu neuen, wirtschaftlich tragfähigen Lösungen.

Die Potenzialthemen greifen dabei sowohl die besonderen Stärken der Umwelttechnologien als auch die Innovationspotenziale anderer Branchen sowie technologischer und nicht-technologischer Bereiche auf. Im Mittelpunkt stehen Ansätze, die ökologische Zielsetzungen mit industrieller und infrastruktureller Erneuerung, neuen Wertschöpfungschancen und regionaler Wertschöpfung verbinden und damit Beiträge zu Klimaschutz und Klimaanpassung, Ressourceneffizienz, Zirkularität und ökologischer Resilienz leisten.

- Smarte Energieinfrastrukturen und klimaneutrale Energiesysteme
- Energieeffiziente und emissionsmindernde Technologien in der Industrie
- Circular Economy und nachhaltige Ressourcennutzung
- Industrielle Bioökonomie und ressourcenschonende Materialinnovationen
- Klimaneutrales und umweltfreundliches Bauen und urbane Systeme

Smarte Energieinfrastrukturen und klimaneutrale Energiesysteme

Die Transformation des Energiesystems bildet die Grundlage für eine klimaneutrale Wirtschaft. Die Integration erneuerbarer Energien, die Flexibilisierung von Stromnetzen, der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft sowie die Entwicklung neuer Speicher- und Umwandlungstechnologien ermöglichen eine stabile und klimafreundliche Energieversorgung. Eine zentrale Rolle spielt dabei ein

zukunftssicherer Aufbau einer intelligenten Energieinfrastruktur, die Energieerzeugung, Speicherung und Verbrauch intelligent miteinander verknüpft.

Zentrale Innovationspotenziale liegen in der Entwicklung intelligenter Stromnetze, die Energieerzeugung, -speicherung und -verbrauch in Echtzeit koordinieren. Ergänzt wird dies durch den Ausbau von Energiespeichern, die kurzfristige Schwankungen ausgleichen und langfristige Versorgungssicherheit gewährleisten. Szenario-Simulationen sowie dezentrale Energiesysteme und Inselnetze erweitern diese Möglichkeiten und können die Widerstandsfähigkeit der Energieversorgung gegenüber wetter- und klimabedingten Störungen erhöhen. Wasserstofftechnologien eröffnen darüber hinaus neue Möglichkeiten, erneuerbare Energie zu speichern und in industriellen Prozessen oder im Verkehr zu nutzen.

Auch alternative Energiequellen, etwa Bioenergie aus Reststoffen, tragen zur Diversifizierung des Energiesystems bei. Insgesamt entsteht ein integriertes Energiesystem, das auf Flexibilität, Dezentralität und Effizienz ausgerichtet ist.

Diese Technologien schaffen wichtige Impulse für Schlüsselbranchen der Transformation wie Energie, Chemie, industrielle Produktion sowie mobilitätsbezogene Sektoren.

NRW verfügt über eine zentrale Rolle im deutschen Energiesystem und weist zugleich eine hohe Dichte energieintensiver Industrien auf. Damit ist das Land in besonderem Maße von der Transformation der Energieversorgung betroffen.

Die Kombination aus bestehender Energieinfrastruktur, industrieller Nachfrage und technologischer Kompetenz bietet ideale Voraussetzungen für die Entwicklung und Umsetzung innovativer Energiesysteme. Gleichzeitig verstärken globale Entwicklungen – insbesondere die europäische Klimapolitik im Rahmen des EU Clean Industrial Deals (2025)[56]– den Transformationsdruck und eröffnen neue Förder- und Entwicklungsperspektiven.

Energieeffiziente und emissionsmindernde Technologien in der Industrie

Die Industrie ist einer der größten Emittenten von Treibhausgasen und damit ein zentraler Hebel für die Erreichung von Klimazielen. Gleichzeitig bietet sie erhebliche Innovationspotenziale zur Reduktion von Emissionen und zur Steigerung der Effizienz. Innovative Umwelttechnologien in der Industrie sind von besonderer Relevanz, um Produktionsprozesse ressourcenschonender, klima- und umweltfreundlicher zu gestalten.

Innovationspotenziale konzentrieren sich insbesondere auf die Elektrifizierung industrieller Prozesse, etwa durch Wärmepumpen, Elektroöfen oder elektrische Dampferzeugung, den Einsatz von Wasserstoff als klimaneutralem Energieträger oder zur stofflichen Nutzung sowie die Entwicklung neuer Verfahren und Prozesse zur industriellen Emissionsminderung. Hierzu zählen beispielsweise die wasserstoffbasierte Direktreduktion in der Stahlindustrie, H_2-Prozesswärme sowie Elektrolyse- und Power-to-X-Verfahren.

Technologien wie Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS) oder alternative Prozessführungen ermöglichen es, Kohlenstoffdioxid (CO_2)-Emissionen direkt an der Quelle abzuscheiden oder zu nutzen. In Verbindung mit dem Recycling kohlenstoffhaltiger Materialien sowie dem

Transport und der Nutzung von CO_2 können dabei neue Stoffkreisläufe und Wertschöpfungsketten entstehen.

Auch produktionsintegrierten Umwelttechnologien sowie nachgelagerten Minderungs-, Abscheide- und Rückgewinnungsverfahren kommt im Industrieland NRW eine hohe Bedeutung zu. Durch deren Entwicklung und Einsatz sollen Schadstoffeinträge in Luft, Wasser und Boden vermieden oder vermindert werden.

Darüber hinaus tragen Effizienzmaßnahmen – etwa durch Abwärmenutzung, Prozessoptimierung oder neue Energietechnologien – zur Reduktion des Energieverbrauchs bei.

Weitere Potenziale liegen in der industriellen Symbiose, bei der Abwärme, Stoffströme und Nebenprodukte über Unternehmensgrenzen hinweg genutzt und beispielsweise in Gewerbegebieten bzw. an Produktionsstandorten oder Wärmenetzen zusammengeführt werden. Insgesamt entsteht ein Transformationspfad hin zu einer emissionsarmen und ressourceneffizienten Industrie.

Die größten Transformationshebel liegen damit insbesondere in der industriellen Produktion, wie Chemie, Stahl sowie in weiteren energieintensiven Industrien.

NRW ist einer der wichtigsten Industriestandorte Europas und weist einen hohen Anteil energieintensiver Produktion auf. Dies führt zu einem besonders hohen Transformationsbedarf, eröffnet aber gleichzeitig erhebliche Innovations- und Wertschöpfungspotenziale. Diese liegen unter anderem im Anlagenbau, bei Energieeffizienz- und Automatisierungstechnologien, in der Wasserstoffinfrastruktur sowie in neuen kreislauforientierten Wertschöpfungsketten. Dabei fällt dem Aufbau und der Erweiterung von Produktionskapazitäten für transformative, innovative Technologien eine besondere Bedeutung zu. Programme auf europäischer und nationaler Ebene – etwa im Rahmen der CO_2-Differenzverträge[57]– verstärken den Handlungsdruck und unterstützen gleichzeitig die Transformation.

Circular Economy und nachhaltige Ressourcennutzung

Die Sicherung von Rohstoffen und die Reduktion von Abhängigkeiten von Primärressourcen gewinnen zunehmend an strategischer Bedeutung. Zirkuläre Wertschöpfungssysteme ermöglichen es, Geschäftsmodelle und Produkte strategisch zirkulär neu aufzusetzen, und Rohstoffe und Materialien länger im Wirtschaftskreislauf zu halten. Abfälle sollen dabei vermieden oder als Ressource wieder genutzt werden. Diese Ansätze zur Ressourcenschonung durch Design, Verlängerung der Nutzungsdauer sowie Ressourcenrückgewinnung leisten einen erheblichen Beitrag zur Klimaneutralität, zur Reduktion von Primärstoffabhängigkeit und zur Stärkung von Lieferketten, sowie zur wirtschaftlichen Resilienz und Versorgungssicherheit.

Die zentralen Innovationspotenziale liegen im Bereich der zirkulären Geschäftsmodelle und des zirkulären Produktdesigns, das von Beginn an auf Langlebigkeit, Reparierbarkeit, Wieder- und Weiterverwendung sowie Recyclingfähigkeit ausgerichtet ist. Ergänzt wird dies durch zirkuläre Prozessdesigns, die Stoffströme effizient führen und Verluste minimieren. Zirkuläre Geschäftsmodelle und Produktdesigns müssen in allen Branchen und über die einzelnen Sektoren hinaus

zusammen entlang von Wertschöpfungsketten entwickelt werden.

Technologien zur Rückgewinnung kritischer Rohstoffe sowie moderne Recyclingverfahren – sowohl mechanisch als auch chemisch – ermöglichen darüber hinaus am Ende des Produktzyklus eine hochwertige Wiederverwertung von Materialien. Digitale Lösungen wie Materialtracking oder digitale Produktpässe unterstützen diese Prozesse zusätzlich.

Ein ressourcenschonendes Wirtschaften umfasst auch den zirkulären Umgang mit Wasser. Innovationspotenziale liegen insbesondere in der Kreislaufführung von Prozesswasser und weiteren Medien sowie in der Rückgewinnung von Wasser und Nährstoffen. Digitale Systeme zur Überwachung von Umweltparametern können dazu beitragen, Stoff- und Wasserströme transparenter zu machen und effizienter zu steuern. Ergänzend stärken Ansätze zur ökologischen Ressourcen-Restauration und zur Förderung der Biodiversität die natürlichen Ressourcengrundlagen. Innovationen in diesem Bereich können zugleich die Widerstandsfähigkeit gegenüber klimabedingten Veränderungen der Wasserverfügbarkeit und Umweltbedingungen erhöhen.

Die größte Relevanz für die Circular Economy ergibt sich damit vor allem in der Produktion, im Handwerk und im Handel sowie in den Branchen Chemie, Kunststoff, Metall, Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik, Bau sowie der Sekundärrohstoffwirtschaft – Branchen, in denen große Materialströme entstehen, verarbeitet oder zurückgeführt werden. Die starke industrielle Basis in NRW verbindet einen hohen Materialbedarf mit ausgeprägten Kompetenzen in der Circular Economy.

Die Abhängigkeit von Rohstoffimporten sowie steigende Rohstoffpreise verstärken die Notwendigkeit, zirkuläre Lösungen zu entwickeln. Die strategische Bedeutung wird insbesondere durch EU-Regularien (u. a. Circular Economy Action Plan 2020, Ökodesign-Verordnung 2024, Richtlinie zur Förderung von Reparatur 2024, Critical Raw Materials Act 2024) und im von der EU geplanten Circular Economy Acts adressiert und mit der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie auf Bundesebene sowie der Kreislaufwirtschaftsstrategie NRW.zirkulär mit weiteren Zielen für Deutschland flankiert.

Industrielle Bioökonomie und ressourcenschonende Materialinnovationen

Die industrielle Bioökonomie leistet einen wichtigen Beitrag zur zirkulären und klimaneutralen Transformation der Wirtschaft, indem sie biologische Ressourcen und biotechnologische Verfahren für die Entwicklung neuer Produkte, Materialien und industrieller Prozesse nutzbar macht. Neue Werkstoffe sowie biobasierte Materialien für Industrie und Bauwesen ermöglichen es, fossile Ressourcen zu ersetzen und Wertschöpfung ressourcenschonend und kreislauffähig auszurichten.

Innovationspotenziale umfassen insbesondere die Entwicklung biobasierter Kunststoffe, nachhaltiger Verbundmaterialien sowie neuer chemischer Prozesse auf Basis erneuerbarer Rohstoffe. Biobasierte Chemikalien und Oberflächen eröffnen neue Möglichkeiten, fossile Ausgangsstoffe zu substituieren und funktionale Materialeigenschaften nachhaltiger zu gestalten. Ergänzend ermöglichen biologische Verfahren wie Bioleaching und Biosorption die Rückgewinnung von Metallen aus industriellen Rückständen oder

Prozesswässern. Ansätze wie „Safe and Sustainable by Design“ stellen sicher, dass Materialien bereits in der Entwicklung auf Umweltverträglichkeit und Kreislauffähigkeit ausgelegt werden.

Darüber hinaus ermöglichen Fortschritte in der Materialwissenschaft – etwa bei Nanocellulose oder biobasierten Verbundstoffen – neue Anwendungen in Industrie und Bauwesen. Eine wichtige Ressourcengrundlage für eine biobasierte Wertschöpfung bilden die nachhaltige Holz-, Forst- und Landwirtschaft.

Die Transformation hin zu biobasierten und zirkulären Materialien ist eng mit globalen Dynamiken verbunden, insbesondere der Reduktion fossiler Rohstoffe und der Entwicklung nachhaltiger Produktionssysteme. NRW ist ein bedeutender Standort der chemischen Industrie[58] und verfügt über umfangreiche Kompetenzen in der Materialforschung und -entwicklung. Diese bilden eine zentrale Grundlage für Innovationen im Bereich nachhaltiger Materialien.

Dieses Potenzialthema entfaltet zentrale Hebel genau dort, wo nachhaltige Materialien fossile Ausgangsstoffe ersetzen, und neue Produkteigenschaften ermöglichen – maßgeblich in den Branchen Chemie, Werkstoffe, Textilien sowie Verpackung.

Klimaneutrales und umweltfreundliches Bauen und urbane Systeme

Der Gebäudesektor ist ein wesentlicher Treiber des Energie- und Ressourcenverbrauchs und verantwortlich für erhebliche Treibhausgasemissionen. In NRW fallen jährlich rund 40 Mio. Tonnen Bau- und Abbruchabfälle einschließlich Bodenmaterial und Straßenaufbruch an. Der Rohstoffabbau, die Verarbeitung und die Entsorgung von Bauabfällen verursachen zudem erhebliche Treibhausgasemissionen. Zugleich ist mit dem Rohstoffabbau in der Regel auch ein erheblicher Eingriff in Landschaft und Natur verbunden.[59] Entsprechend bietet der Bausektor erhebliche Potenziale zur Verbesserung von Energieeffizienz, Ressourceneinsatz und Umweltfreundlichkeit.

Innovationspotenziale existieren in der zirkulären und energieeffizienten Bauweise, in der intelligenten Steuerung von Gebäuden und Quartieren, in der Integration biodiversitätsfördernder und begrünter Elemente an Gebäuden und ihren angrenzenden Außenflächen, in der Integration erneuerbarer Energien in Gebäude sowie der Entwicklung neuer Baustoffe. Diese technischen, datenbasierten und naturbasierten Innovationen können nicht nur Energie- und Ressourcenverbräuche reduzieren, sondern zugleich die Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimafolgen erhöhen – insbesondere durch Beiträge zum Hitze- und Starkregenschutz leisten. Darüber hinaus bieten naturbasierte Innovationen und blau-grüne Infrastrukturen in Siedlungs- und Freiräumen Potenziale, um Klimaanpassung und ökologische Resilienz zu stärken.

Zudem besteht großes Potenzial in der Sanierung oder Umnutzung bestehender Gebäude. Durch die Wiederverwendung von Bauteilen können Rohstoffverbräuche, Abfallmengen, Treibhausgasemissionen und Eingriffe in die Landschaft für den Abbau von Primärrohstoffen erheblich reduziert werden. Gleichzeitig ermöglichen kreislaufgerechte Planungsansätze wie der modulare Aufbau, die Demontierbarkeit, die Flächeneffizienz und die Mehrfachnutzung eine langfristige Anpassung von Gebäuden und Infrastrukturen an veränderte Anforderungen und eine

deutliche Reduzierung des Ressourcen-Fußabdrucks.

Die Digitalisierung des Bauwesens ist dabei eine wichtige Grundlage für Innovationsschritte. Instrumente wie Building Information Modelling (BIM), Gebäuderessourcenpässe oder Materialkataster können dazu beitragen, Materialbestände sichtbar zu machen und die spätere Wiederverwendung sowie das Recycling von Baustoffen zu erleichtern.

Darüber hinaus ermöglichen integrierte Ansätze auf Quartiers- und Stadtebene eine bessere Vernetzung von Energie-, Mobilitäts- und Infrastruktursystemen.

Die Verbindung von Gebäude-, Energie-, Ressourcen- und Infrastrukturlösungen macht die Bau-, Energie- und Immobilienwirtschaft zu zentralen Gestaltungsfeldern dieses Potenzialthemas. Die Transformation des Gebäudesektors wird durch nationale und europäische Vorgaben – etwa im Rahmen der EU-Gebäuderichtlinie (EPBD, überarbeitet 2023) – weiter vorangetrieben. NRW kann diese Entwicklung nutzen, um Innovationen im Bauwesen gezielt zu fördern und umzusetzen.

4.4.2 Maßnahmen umsetzen

Der Übergang hin zu einer klimaneutralen, zirkulären und resilienten Wirtschaftsweise erfordert in NRW tiefgreifende Veränderungen entlang zentraler Wertschöpfungssysteme des Landes. NRW verankert zirkuläre Wirtschaft zukünftig über umweltpolitische Beiträge zur Ressourcenschonung hinaus als industrie- und innovationspolitisches Konzept, mit dem Produktentwicklung, Produktionsprozesse und Geschäftsmodelle konsequent auf langlebige Ressourcennutzung, Sekundärrohstoffe und neue Wertschöpfung ausgerichtet werden. Das Klimaschutzpaket des Landes setzt hierfür einen weiteren wichtigen politischen Rahmen und unterstützt die Ausrichtung von Investitionen und Innovationen auf Klimaneutralität und die notwendige Transformation der Wirtschaft. Mit Landesstrategien wie der Kreislaufwirtschaftsstrategie NRW, der Bioökonomie-Strategie NRW, der Energie- und Wärmestrategie NRW, der Biodiversitätsstrategie NRW und der Umweltwirtschaftsstrategie wird zudem ein spezifischer Rahmen im Zukunftsthema geschaffen.

Investieren: NRW stärkt Investitionen in zirkuläre Transformationsprojekte, Energieeffizienz und erneuerbare Energien

NRW richtet Investitionen gezielt auf industrielle Transformationsvorhaben und regionale Wertschöpfungsstrukturen aus und schafft damit die Grundlage für die Umsetzung zirkulärer und klimaneutraler Lösungen in zentralen Industriebereichen. Die Landesregierung richtet ihre Förderprogramme darauf aus, Unternehmen bei der Entwicklung und Anwendung zirkulärer Geschäftsmodelle und Produkte, klima- und umweltfreundlicher Produktionsverfahren, ressourcenschonender Materialien und Prozesse zu unterstützen und investitionsfähige Transformationsvorhaben anzustoßen. Das Programm NRW.BANK.Invest Zukunft erleichtert die Finanzierung konkreter Innovationen als Transformationsmaßnahmen, etwa in klimafreundliche Produktionsverfahren, Wasserstoffanwendungen, CO_2-Management sowie zirkuläre Produktions- und Recyclingansätze. Des Weiteren werden

insbesondere progres.nrw, Ressource.NRW und Zirkuläre Produktion NRW eingesetzt, um gezielt Investitionen in klimafreundliche, ressourcen- und energieeffiziente Produktionsverfahren sowie in zirkuläre Produktions- und innovative Recyclingstrukturen anzustoßen. Gleichzeitig trägt die Kofinanzierung der Bundesförderung Industrie und Klimaschutz (BIK) dazu bei, großvolumige industrielle Transformationsprojekte zur Dekarbonisierung umzusetzen und damit strukturelle Veränderungen in zentralen Industriezweigen zu beschleunigen. Auf regionaler und kommunaler Ebene kann auf das Programm CircularCities.NRW aufgesetzt werden, das Investitions- und Innovationsvorhaben unterstützt, die zirkuläre Geschäftsmodelle stärkt, Stoffkreisläufe schließt und neue Wertschöpfungsstrukturen in Kommunen entwickelt.

NRW investiert zudem in den gezielten Auf- und Ausbau strategischer Forschungs- und Innovationsinfrastrukturen, um die physischen Voraussetzungen und Forschungsräume zu schaffen, in denen zirkuläre Produktionsverfahren, ressourcenschonende Materialien, industrielle Biotechnologie, Batteriewertschöpfung und innovative Recyclingverfahren zügig aus Forschung und Pilotierung in produktive Wertschöpfung übergehen können. Die Fraunhofer Forschungsfertigung Batteriezelle (Fraunhofer FFB) in Münster wird zum Beispiel als einzigartige, diskriminierungsfrei zugängliche Forschungsinfrastruktur im Gigafactory-Maßstab aufgebaut, die Unternehmen und Forschungseinrichtungen dabei unterstützt, neue Batterietechnologien zur Serienreife hochzuskalieren und somit in die industrielle Anwendung zu überführen. Damit werden Investitionen in den Aufbau wettbewerbsfähiger Produktionskapazitäten unterstützt.

Flankierend adressiert NRW investitionsbezogene Hemmnisse durch Beratungs- und Unterstützungsangebote zur Vorbereitung und Umsetzung von Investitionen in zirkuläre und klimaneutrale Lösungen. Damit werden insbesondere KMU dabei unterstützt, Investitionspotenziale für zirkuläre und ressourceneffiziente Produktionsprozesse zu identifizieren, geeignete Förder- und Finanzierungsinstrumente zu erschließen und Investitions- und Innovationsvorhaben umzusetzen. Im Fokus steht dabei die innovationsorientierte Begleitung von Unternehmen bei der Entwicklung und Umsetzung zirkulärer und ressourceneffizienter Transformationsvorhaben.

Vernetzen: NRW stärkt sektorübergreifende Kooperationen entlang von Energie- und Stoffkreisläufen

NRW stärkt die Vernetzung von Akteuren entlang sektorübergreifender Wertschöpfungssysteme und schafft damit die Grundlage für integrierte Innovations- und Transformationsprozesse. Eine zentrale Rolle übernehmen dabei die Effizienz-Agentur NRW, die in allen Regionen NRWs lokale Netzwerke betreibt, um zirkuläre Geschäftsmodelle und Produkte entlang von Wertschöpfungsketten zu entwickeln sowie das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW, das als Plattform für Wissens- und Technologietransfer Unternehmen, Forschungseinrichtungen und weitere Akteure zusammenführt und die Entwicklung sowie Verbreitung von Umweltinnovationen unterstützt. Die Leitstelle CE.NRW fungiert als Drehscheibe für die bestehende Circular Economy-Community und trägt zugleich dazu bei, weitere

Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft, Kommunen und Gesellschaft für den zirkulären Wandel zu gewinnen und miteinander zu vernetzen. Im Bereich der industriellen Biotechnologie und Bioökonomie werden mit dem Cluster industrielle Biotechnologie (CLIB) Innovationsplattformen entlang zirkulärer Wertschöpfungsketten weiterentwickelt und eng miteinander verzahnt. Ergänzend stärkt NRW regionale Netzwerkstrukturen, die technologische Innovationen entlang spezifischer Wertschöpfungsketten und regionaler Schwerpunkte beschleunigen und deren Überführung in die Anwendung unterstützen.

Die Landesregierung baut zusätzlich auf bestehende Strukturen und Projekten wie dem Netzwerk Klimaanpassung & Unternehmen.NRW oder der Resilience Expo auf, welche die Vernetzung von Unternehmen und weiteren Akteuren im Bereich der Klimaanpassung stärkt und die Entwicklung sowie Anwendung entsprechender Lösungen in der Wirtschaft fördert. Zudem wird der Aufbau der Plattform Biobasierte Rohstoffe geprüft, um biogene Reststoffströme gezielt zu erschließen und für industrielle Anwendungen nutzbar zu machen. Dadurch werden Sekundärrohstoffwirtschaft und Industrie eng miteinander verzahnt, der Einsatz fossiler Rohstoffe reduziert und neue Wertschöpfungspotenziale erschlossen.

Die Landesregierung fördert außerdem den Aufbau und die Weiterentwicklung branchenübergreifender Innovationsnetzwerke als Treiber für neue Kooperations- und Innovationsformate, um Anwendungsfelder nachhaltigkeitsbezogener Prozesse und Technologien mit Forschungseinrichtungen, Unternehmen und weiteren Akteuren zu verknüpfen. Cluster wie automotiveland.nrw und ProduktionNRW spielen dabei eine wichtige Rolle, Kernindustrien in NRW im Kontext klimaneutraler Produktion und neuer Energie- und Materialsysteme mit Lösungsanbietern zusammenzubringen.

Mit der Wasserstoffleitstelle H2.NRW wurde eine zentrale Anlaufstelle für alle Akteure der Wasserstoffwirtschaft in NRW geschaffen. Sie unterstützt bei der Vernetzung und Projektinitiierungen, der Suche nach passenden Fördermöglichkeiten sowie dem Wissens- und Technologietransfer.

Übersetzen: NRW beschleunigt die Überführung von Innovationen in anwendungsnahe Lösungen für zirkuläre und klimaneutrale Systeme

Für NRW liegt ein wichtiger Schwerpunkt für mehr Transfer und die Verwertung von Forschungsergebnissen in marktfähige Lösungen in der Ausrichtung von FuE-Projekten auf nachhaltige Anwendungen und zirkuläre Szenarien in Industrie, Energie- und Kreislaufwirtschaft. Die Innovationswettbewerbe Energie.IN.NRW, Industrie.IN.NRW und GreenEconomy.IN.NRW haben bereits in der vergangenen Förderperiode einen initialen Beitrag zur Förderung anwendungsorientierter FuE-Projekte in Bereichen wie klimaneutrale Produktion, energieeffiziente Verfahren, neue Materialsysteme und Circular Economy geleistet. An diese Ansätze knüpft NRW künftig verstärkt an und richtet sie noch stärker auf konkrete Anwendungs- und Transformationsbedarfe aus. Hierbei rücken auch die strukturelle Vielfalt der Regionen und die auf spezifische Bedarfe zugeschnittenen Konzepte für das zirkuläre, klimaneutrale und resiliente Wirtschaften stärker in den Fokus: Mit dem Projektaufruf Regio.NRW wird bereits jetzt

deutlich, wie Innovationen über bedarfsgerechte Programme in konkrete regionale Anwendungsmärkte überführt werden können, insbesondere in Feldern wie Circular Economy, Ressourceneffizienz und klimaneutrale Energiesysteme. Damit stärkt NRW auch zukünftig den Wissens- und Technologietransfer zwischen und innerhalb der Regionen. Darüber hinaus fördert die Maßnahme „Zirkuläre Produktion“ Vorhaben zur experimentellen Entwicklung und prototypischen Umsetzung bis zur Schwelle der Marktreife und ergänzt eine Förderarchitektur entlang der gesamten Transferkette. Im Bereich biobasierter Rohstoffe schafft die Textilfabrik 7.0 eine Infrastruktur für innovative und biobasierte Textilien und Fasern und unterstützt deren Erprobung in realitätsnahen Produktionsumgebungen.

Die Landesregierung stärkt zudem die gezielte Unterstützung wissensbasierter Gründungen im Bereich zirkulärer und klimaneutraler Technologien, um den Transfer von Forschungsergebnissen in marktfähige Lösungen zu beschleunigen. Im Fokus steht die Unterstützung von Gründungen in den Bereichen Circular Economy, Ressourceneffizienz und klimaneutrale Produktion, um so ihre Rolle als Enabler der Wirtschaft hin zu einer Green Economy zu befördern. Hierzu werden verschiedene Instrumente bereitgestellt, die grüne Gründungen von der Ideenentwicklung bis zur Marktreife begleiten, darunter Gründungswettbewerbe wie KUER.NRW. Ergänzend stärken Coaching- und Vernetzungsangebote unternehmerische Kompetenzen und erleichtern den Zugang zu Partnern und Märkten. Formate wie das Green Angels Lab und der Green Angels Summit verbessern zudem den Zugang zur Frühphasenfinanzierung. Der Circular Valley Accelerator ergänzt diese Gründungs- und Transferlandschaft als wichtiges Übersetzungsinstrument und regional verankertes Beispiel im Zukunftsthema, indem Start-ups mit Industrie, Wissenschaft, Investoren und potenziellen Pilotkunden zusammengebracht und begleitet werden.

Das Netzwerk chemstars stärkt darüber hinaus als Public-Private-Partnership gezielt Start-ups mit Bezug zur Chemiebranche. Es verbindet Gründungsteams über ein strukturiertes Coaching- und Mentoring-Programm mit einem breiten Partnernetzwerk marktführender Chemieunternehmen und begleitet sie von der Forschung bis zur Marktreife.

Unternehmen werden zudem gezielt bei der Implementierung zirkulärer Ansätze in Geschäftsprozesse durch Förderangebote wie die Ressourceneffizienzberatung unterstützt. Im Mittelpunkt stehen innovationsorientierte Beratungs- und Umsetzungsangebote, die Transformationspotenziale identifizieren, den Einsatz zirkulärer Materialien und Technologien unterstützen sowie die Entwicklung ressourceneffizienter Prozesse und Geschäftsmodelle begleiten. Ergänzend stärkt NRW Circular Design durch kooperative Formate entlang von Wertschöpfungsketten, wie den CIRCO-Hub der Effizienz-Agentur NRW, in denen Unternehmen Produkte und Geschäftsmodelle weiterentwickeln, prototypisch erproben und auf die praktische Umsetzung vorbereiten können.

Skalieren: NRW unterstützt die breite Anwendung und Marktdurchdringung zirkulärer und klimaneutraler Lösungen

NRW richtet die Entwicklung gezielt auf skalierbare Produkte, Geschäftsmodelle

und Wertschöpfungsansätze aus, um Innovationen entlang zirkulärer Wertschöpfungsketten marktfähig und übertragbar zu machen. Die Kreislaufwirtschaftsstrategie NRW bildet hierfür den strategischen Rahmen, indem sie die Circular Economy als Innovationsmotor wachstumsfähiger neuer Produkte, Geschäftsmodelle und Wertschöpfung verankert und Schwerpunkte in NRW wie Chemie, Kunststoffe, zirkuläres Bauen, Maschinen- und Anlagenbau, Metalle, Elektrotechnik, Circular Cities und Sekundärrohstoffwirtschaft bündelt. Im Vordergrund stehen Lösungen, die über einzelne Projekte hinaus tragfähig sind und in unterschiedlichen Anwendungs- und Marktkontexten eingesetzt werden können. Hierzu wird insbesondere die kooperative Entwicklung innovativer zirkulärer Produkte und Geschäftsmodelle in interdisziplinärer Zusammenarbeit von Unternehmen entlang von Wertschöpfungsketten vorangetrieben.

Für die Skalierung zirkulärer und klimaneutraler Lösungen spielt die Entwicklung tragfähiger grüner Leitmärkte eine wichtige Rolle. Die Landesregierung stärkt dafür gezielt die Nachfrage über innovative öffentliche Beschaffung, um frühzeitig Skaleneffekte, Referenzen und Marktzugänge für zirkulär und klimaneutral hergestellte Produkte, Materialien und Infrastrukturlösungen zu schaffen. Im Fokus stehen insbesondere Grundstoffe wie Stahl oder Zement, bei denen zirkuläre und klimaneutrale Produktionsverfahren bislang mit höheren Kosten verbunden sind und sich noch nicht flächendeckend im Markt durchsetzen.

Als regionaler Skalierungsraum dient das BioökonomieREVIER im Rheinischen Revier, das biobasierte Geschäftsmodelle, ressourceneffiziente Biomassenutzung und neue industrielle Wertschöpfung im Strukturwandel zusammenführt. Weitere regionale Strukturen werden bedarfsbezogen aufgebaut. Mit dem Instrument Produktives.NRW hat NRW bereits in der vergangenen Förderperiode Projekte zur Skalierung von Produktionskapazitäten für innovative und transformative Technologien unterstützt.

Darüber hinaus werden gezielt die Rahmenbedingungen für die breite Anwendung und Übertragbarkeit von Innovationen weiterentwickelt, um skalierbare Lösungen entlang von Energie- und Stoffkreisläufen zu verbreiten. Im Fokus steht die gezielte Replikation erfolgreicher Ansätze in unterschiedlichen Regionen und Anwendungskontexten. Hierzu werden Lösungen von Beginn an so ausgestaltet, dass sie übertragbar, standardisierbar und in unterschiedlichen strukturellen Kontexten einsetzbar sind. Modellhafte Umsetzungen dienen dabei als Grundlage, um technische, organisatorische und wirtschaftliche Anforderungen zu erproben und anschlussfähige Lösungen für weitere Standorte zu entwickeln.

4.4.3 Innovationsstärken mobilisieren

Für die Erschließung der beschriebenen Potenzialthemen und die Umsetzung der vorgesehenen Maßnahmen kann NRW auf eine ausgeprägte industrielle Basis sowie Kompetenzen in Circular Economy, Umwelt- und Energiewirtschaft zurückgreifen. Hinzu kommen eine breite Forschungslandschaft sowie Cluster, Netzwerke und anwendungsnahe Infrastrukturen, die die Weiterentwicklung und Skalierung zirkulärer und klimaneutraler Lösungen entlang

zentraler Energie- und Stoffkreisläufe unterstützen.

Wirtschaftliche Spezialisierung

Als bedeutende Industrieregion Europas und Pionierstandort der Umweltwirtschaft bringt NRW besondere Voraussetzungen für die Transformation ressourcen-, energie- und emissionsintensiver Wertschöpfungssysteme mit. Das enge Zusammenspiel von Wertschöpfungs-, Energie- und Stoffkreisläufen eröffnet dabei besondere Innovationspotenziale an den Schnittstellen zur erneuerbaren Energieversorgung, energieintensiven Industrie und Circular Economy.

Mit rund 650.000 Erwerbstätigen und einer Bruttowertschöpfung von etwa 60 Mrd. Euro sorgt die Umweltwirtschaft als relevante Querschnittsbranche für zukunftsfähige Beschäftigung und Wertschöpfung in NRW. Mit Exporten in Höhe von rund 15 Milliarden Euro trägt sie zudem zum internationalen Klima-, Ressourcen- und Umweltschutz bei[60].

Das industrielle Ökosystem[9] „Erneuerbare Energien" bildet die Grundlage für eine resiliente und klimaneutrale Energieversorgung und ist eng mit industriellen Anwendungen verknüpft. Mit einer jährlichen Bruttowertschöpfung von rund 10 Mrd. Euro[61] und rund 93.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten[62] ist es fester Bestandteil dieser Entwicklung. Auch die wachsende Unternehmenszahl verweist auf eine zunehmende Marktaktivität.[63] Strategisch bedeutsam wird diese Dynamik vor allem dort, wo erneuerbare Energien in Netze, Speicher, industrielle Nachfrage und neue Energieinfrastrukturen eingebunden werden.

Das Energiesystem NRWs steht in einem fortgeschrittenen strukturellen Wandel: Der Energiemix verschiebt sich und erneuerbare Energien gewinnen mit einem Anteil von rund 28 % an der Stromerzeugung immer mehr an Bedeutung[64]. Hinzu kommt die zunehmende Bedeutung von Wasserstoff und seiner Derivate für ein wettbewerbsfähiges, resilientes und klimaneutrales Energiesystem und die Sicherung des Industrie- und Wirtschaftsstandortes NRW. Bis 2045 könnte NRW rund 30 % des bundesweiten Bedarfs an Wasserstoff und Derivaten auf sich vereinen.

Die Circular Economy gewinnt als weiterer zentraler Transformationspfad an Bedeutung: Mit über 10.000 Betrieben, einer Bruttowertschöpfung von rund 20 Mrd. Euro und mehr als 240.000 Erwerbstätigen verfügt NRW über eine starke industrielle und logistische Basis für zirkuläre Ansätze.[65] Besonders ausgeprägt ist die Spezialisierung im Recycling, auf das knapp 23 % der bundesweiten Wertschöpfung dieses Sektorsentfallen.[66] Da diese zirkulären Ansätze bislang häufig auf Ressourceneffizienz und Recycling begrenzt sind, während zirkuläre Geschäftsmodelle weniger verbreitet bleiben, besteht zugleich erhebliches Entwicklungspotenzial für emissionsärmere und resilientere Wertschöpfung. Gerade Hafenstandorte mit ihren Industriegebieten und Hafenbahnen bieten sich mit ihrer logistischen Lagegunst für die massenintensiven Prozesse der Circular Economy an.

Über Ressourceneffizienz und Recycling hinaus gewinnt die Circular Economy zunehmend als Wettbewerbs- und Resilienzstrategie an Bedeutung. Angesichts hoher Abhängigkeiten bei kritischen Rohstoffen wie Lithium, Nickel oder Seltenen Erden eröffnen zirkuläre Wertschöpfungsmodelle zusätzliche Potenziale zur Sicherung

industrieller Wertschöpfung und zur Stärkung der Versorgungssicherheit. Nationale Szenarien zeigen bis 2045 erhebliche Wachstumspotenziale, insbesondere in industriell geprägten Bereichen wie Maschinenbau, Mobilität und Bauwirtschaft, die in NRW stark vertreten sind.[67]

Die größte Hebelwirkung entfaltet das Zukunftsthema jedoch dort, wo neue Ressourcen- und Energiekonzepte durch den industriellen Kern des Landes benötigt werden. Etwa die energieintensiven Industrien zählen mit einer Bruttowertschöpfung von rund 36 Mrd. Euro[68] und rund 406.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten[69] zu den prägenden industriellen Ökosystemen NRWs, deren im Bundesvergleich überdurchschnittliche Konzentration die strukturelle Bedeutung für das Land unterstreicht. Zugleich stehen sie unter erheblichem Anpassungsdruck. Dekarbonisierung, zirkuläres Design und innovative Geschäftsmodelle sind hier nicht nur ökologische Anforderungen, sondern Voraussetzungen langfristiger Wettbewerbsfähigkeit.

Die industrielle Basis trifft auf eine wachsende Innovationsdynamik. NRW vereint rund 16 % aller grünen Start-ups in Deutschland auf sich. Diese Unternehmen leisten einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung zirkulärer und klimafreundlicher Lösungen mit hohem Emissionsminderungspotenzial.[70] Mit ihrer Innovationskraft sind grüne Start-ups damit zentrale Treiber für die Transformation von ressourcen- energie-, und emissionsintensiver Wertschöpfungssystemen. In NRW existiert damit bereits heute ein einzigartiges Ökosystem für grüne Gründungen und Umweltinnovationen.

NRWs wirtschaftliche Spezialisierung entsteht aus dem Zusammenspiel starker Industrie- und Energieinfrastrukturen mit neuen zirkulären und klimaneutralen Lösungen. Circular Economy, Umweltwirtschaft sowie erneuerbare Energien sind dabei zentrale Voraussetzungen, um ökologische Resilienz, Ressourceneffizienz und industrielle Wettbewerbsfähigkeit gemeinsam zu stärken.

Wissenschaftliche Exzellenz und Forschungsinfrastrukturen

Eine breite wissenschaftliche Basis und leistungsfähige Forschungsinfrastrukturen unterstützen technologische Entwicklungen entlang von Energie- und Stoffkreisläufen. Schwerpunkte liegen in der Energieforschung, Circular Economy, industriellen Bioökonomie, Umweltwirtschaft und nachhaltigen Transformation. Die starke Position des Landes zeigt sich zudem in der FuE-Projektförderung des Bundes, insbesondere in den Bereichen Energieforschung sowie Klima, Umwelt und Nachhaltigkeit.

Einrichtungen wie das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, das Forschungszentrum Jülich, das Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT), die Fraunhofer-Institute für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT) und Materialfluss und Logistik (IML) sowie das Helmholtz-Cluster Wasserstoff HC-H2 treiben technologische Entwicklungen für erneuerbare Energien, resiliente Energiesysteme und Wasserstofftechnologien voran. Zugleich verknüpfen sie diese mit Ansätzen der Circular Economy, der industriellen Bioökonomie sowie ressourcenschonenden Stoff- und Materialflüssen.

Für die industrielle Bioökonomie ist das Bioeconomy Science Center (BioSC) profilbildend. Dort bündeln das

Forschungszentrum Jülich, die RWTH Aachen sowie die Universitäten Bonn und Düsseldorf Forschung zu industrieller Biotechnologie, Bioraffinerien und biobasierten Wertschöpfungsketten. Am Forschungszentrum Jülich entwickelt der Institutsbereich Biotechnologie (IBG-1) mikrobielle und enzymatische Verfahren zur Herstellung chemischer Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen und betreibt mit der Jülicher Biofoundry eine Plattform zur automatisierte Entwicklung biobasierter Prozesse. Weitere Forschungskompetenzen in molekularer Enzymtechnologie und bioorganischer Chemie bringen das Institut für Molekulare Enzymtechnologie und das Institut für Bioorganische Chemie der Universität Düsseldorf am Jülicher Campus ein.

Die Hochschulen des Landes setzen außerdem wichtige Schwerpunkte in der Kreislaufwirtschaft, Material- und Produktionsforschung sowie Brennstoffzellentechnologien, darunter die RWTH Aachen, mit dem Center for Circular Economy (CCE), und die Universität Duisburg-Essen. Für den Transfer in die Praxis leisten zudem Einrichtungen wie das IWARU der FH Münster sowie das :metabolon Institut der TH Köln oder die Hochschule Ruhr West im Rahmen des Prosperkollegs e. V. wichtige Beiträge mit Kompetenzen in Circular Economy, regenerative Energien und biobasierte Verfahrenstechnik.

Netzwerke, Cluster und anwendungsnahe Infrastrukturen verbinden Forschung, Unternehmen und Markt

Die Transformation von Energieversorgung, industrieller Produktion und Stoffkreisläufen wird durch spezialisierte Netzwerk- und Unterstützungsstrukturen in den Bereichen erneuerbare Energien, Circular Economy, Umweltwirtschaft und Klimaanpassung unterstützt. Im Bereich der klimafreundlichen Energieversorgung, Umweltwirtschaft und Klimaanpassung vernetzen Akteure wie die Landesgesellschaft NRW.Energy4Climate, der Landesverband Erneuerbare Energien NRW sowie das Netzwerk Klimaanpassung & Unternehmen.NRW Kompetenzen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Kommunen zum Ausbau klimaneutraler Infrastrukturen und zur Anpassung an den Klimawandel. Impulse für die Circular Economy setzen zudem Strukturen wie die Allianz Circular.NRW sowie die bei NRW.Energy4Climate angesiedelte Leitstelle CE.NRW, die Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik für die Entwicklung und Skalierung zirkulärer Lösungen zusammenbringen .

Landesweite Cluster wie Chemie.NRW, Kunststoffland.NRW und Cluster industrielle Biotechnologie (CLIB) stärken die industrielle Vernetzung und bringen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zur Verankerung ressourcenschonender und umweltfreundlicher Produktionsverfahren und zirkulärer Ansätze in ihren jeweiligen Sektoren zusammen. Darüber hinaus fördert das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW (KNUW) die Vernetzung und Innovationsdynamik in der Umweltwirtschaft und unterstützt die Entwicklung nachhaltiger Lösungen entlang zentraler Transformationsfelder.

In NRW ermöglichen des Weiteren anwendungsnahe Demonstrationsorte und Testumgebungen die Erprobung zirkulärer und klimaneutraler Lösungen unter realen Bedingungen. Standorte wie der EUREF-Campus Düsseldorf und der Brainergy Park Jülich fungieren dabei als lebendige Quartierslabore für integrierte Energiekonzepte. Die BatteryCity Münster und der Innovation Campus for Sustainable

Solutions (InCamS@BI) erweitern dieses Spektrum um Entwicklungs- und Erprobungsumgebungen für zirkuläre und klimaneutrale Lösungen. Die industrielle Umsetzung zirkulärer und klimaneutraler Lösungen wird ebenso durch anwendungsnahe Infrastrukturen unterstützt, etwa durch das Reallabor :metabolon zur Erprobung innovativer Ansätze im Stoffstrommanagement.

4.5 VERNETZTE UND NACHHALTIGE MOBILITÄT

4.5.1 Potenzialthemen entwickeln

4.5.2 Maßnahmen umsetzen

4.5.3 Innovationsstärken mobilisieren

4.5 Vernetzte und nachhaltige Mobilität

Das Zukunftsthema „Vernetzte und nachhaltige Mobilität“ bündelt Ansätze für eine nachhaltige, intelligente und sichere Verkehrswende für alle im Personen- und Güterverkehr. Neue und innovative Mobilitätssysteme können die Möglichkeiten für allgemeine flexible und sichere Transporte und Fortbewegung erweitern. Im Güterverkehr werden dabei auch Ansätze zur Emissionsminderung, insbesondere in der Binnenschifffahrt, verfolgt. Emissionsarme Luftfahrtkonzepte eröffnen darüber hinaus neue Perspektiven für klimafreundliche Transportlösungen in der dritten Dimension. Zentrale Bedeutung kommt zudem datenbasierten Mobilitätsökosystemen zu, die durch intelligente Vernetzung und Echtzeitsteuerung Verkehrsflüsse optimieren und multimodale Mobilitätsangebote effizient verbinden. Dabei werden auch fortschrittliche Antriebstechnologien sowie bidirektionale Lade- und Energiemanagementsysteme adressiert, die Fahrzeuge aktiv in das Energiesystem integrieren und so zur Netzstabilität und Effizienz beitragen. So entsteht ein Zukunftsfeld für NRW, das durch intelligente Vernetzung, neue Verkehrskonzepte und integrierte Energiesysteme den Weg zu einer nachhaltigen und vernetzten Mobilität der Zukunft für alle ebnet.[3]

4.5.1 Potenzialthemen entwickeln

„Vernetzte und nachhaltige Mobilität“ ist für NRW ein zentraler Hebel für Klimaschutz, wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und Lebensqualität. Als Industrie-, Logistik- und Mobilitätsstandort mit hoher Verkehrsdichte, starker industrieller Basis und zentraler Lage im europäischen Wirtschaftsraum kann das Land auf besondere Voraussetzungen zurückgreifen, um die Transformation von Mobilitäts- und Verkehrssystemen aktiv mitzugestalten. Steigende Verkehrsbedarfe, der Umbau der Energiesysteme und die Digitalisierung von Mobilitäts- und Logistikketten verändern grundlegend, wie Personen und Güter bewegt werden. Vor diesem Hintergrund ergeben sich für NRW spezifische Innovations- und Wertschöpfungspotenziale an den Schnittstellen von Mobilität, Energie, Industrie und Digitalisierung. Die folgenden Potenzialthemen bündeln jene NRW-spezifischen Innovations- und Anwendungsfelder, in denen neue Mobilitätslösungen, integrierte Energiesysteme und digitale Vernetzung besondere Beiträge zu Transformation, Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit leisten können:

- Nachhaltigere Antriebstechnologien und Energieträger
- Integration von Mobilität und Energiesystem
- Autonome Mobilität sämtlicher Verkehrsträger und intelligente Logistiksysteme
- Datenbasierte Mobilitätsökosysteme und Vernetzung
- Emissionsarme Luftfahrt und neue Mobilitätsdimensionen

Nachhaltigere Antriebstechnologien und Energieträger

Die Dekarbonisierung des Verkehrs führt zur Transformation der Antriebstechnologien. Neue Energieträger, alternative Kraftstoffe und die Elektrifizierung, bilden die Grundlage für eine klimaneutrale

Mobilität. Der Verkehrssektor steht unter erheblichem Transformationsdruck, insbesondere durch nationale und europäische Klimaziele. Initiativen wie das EU-Klimapaket „Fit for 55“[71] (2021) unterstreichen die Notwendigkeit einer Dekarbonisierung des Verkehrs und schaffen entsprechende regulatorische Rahmenbedingungen.

Zentrale Innovationspotenziale liegen in der Weiterentwicklung der Elektromobilität, insbesondere durch leistungsfähigere Batterietechnologien und effizientere Energiesysteme sowie dem Ausbau der notwendigen Ladeinfrastruktur. Die Elektrifizierung ermöglicht neue Lieferkonzepte in der Logistik, da elektrisch angetriebene LKW geräuscharme Anlieferungen in der Nacht möglich machen. Gleichzeitig gewinnt Wasserstoff als Energieträger an Bedeutung, insbesondere für Anwendungen im Schwerlastverkehr und in industriellen Transportprozessen – in Zukunft auch im Luftverkehr. Ergänzend ermöglichen Kraftstoffe, etwa Sustainable Aviation Fuels, eine Reduktion von Emissionen in Bereichen, in denen die Elektrifizierung an Grenzen stößt.

Von diesen Entwicklungen profitieren vor allem die Branchen Automotive, Luft- und Schifffahrt, Energie und Chemie, die maßgeblich zur Transformation des Mobilitätssektors beitragen.

Integration von Mobilität und Energiesystem

Mit der zunehmenden Elektrifizierung des Verkehrs wird Mobilität zu einem integralen Bestandteil des Energiesystems. Fahrzeuge entwickeln sich von reinen Verbrauchern zu aktiven Elementen der Energieinfrastruktur.

Innovationspotenzial besteht insbesondere für bidirektionale Lade- und Energiemanagementsysteme, die es ermöglichen, Energie nicht nur aufzunehmen, sondern auch wieder in das Netz einzuspeisen. Intelligente Batterie- und Ladesysteme sowie Leistungselektronik ermöglichen eine flexible Steuerung von Energieflüssen und tragen zur Stabilisierung der Netze bei.

Das Potenzial adressiert neue Möglichkeiten für die Integration erneuerbarer Energien und eröffnet zusätzliche Wertschöpfungspotenziale, etwa durch die Vermarktung von Flexibilitäten im Energiesystem.

Dieses Potenzialthema adressiert insbesondere die Branchen Energie, Automotive und Digitalwirtschaft, zunehmend auch die elektrifizierte Luftfahrt.

Autonome Mobilität sämtlicher Verkehrsträger und intelligente Logistiksysteme

Automatisierung und Digitalisierung verändern Mobilität und Logistik grundlegend. Autonome Systeme ermöglichen wirtschaftliche, effiziente, sichere und flexible Personen- und Gütermobilität. NRW ist eine der wichtigsten Logistikdrehscheiben Europas und verfügt über eine hohe Dichte an industriellen und logistischen Infrastrukturen[72]. Die Optimierung von Transport- und Lieferketten hat daher eine besonders hohe wirtschaftliche Bedeutung.

Innovationen reichen von autonomen Fahrzeugen und Schiffen sowie KI-gestützten Flottensteuerungen bis hin zu automatisierten Lieferketten oder Be- und Entladungsvorgängen und fahrerlosen Transportsystemen. Insbesondere in der Logistik ermöglichen autonome Systeme eine

Optimierung von Prozessen, etwa durch die Reduktion von Leerfahrten oder die effizientere Nutzung von Transportkapazitäten.

Auch im Bereich des Schienenverkehrs, der Binnenschifffahrt und der innerbetrieblichen Logistik eröffnen autonome Systeme neue Möglichkeiten, etwa durch automatisierte und autonome Straßen-, Stadt- und Eisenbahnsysteme, Schiffe oder mobile Robotiklösungen.

Die zentralen Anwendungsfelder liegen u.a. an der Schnittstelle von Logistik, Mobilität und industrieller Produktion.

Datenbasierte Mobilitätsökosysteme und Vernetzung

Die Vernetzung von Verkehrssystemen wird zunehmend zu einem zentralen Bestandteil für eine effiziente und moderne Mobilität. Datenbasierte Mobilitätsökosysteme ermöglichen eine integrierte Steuerung unterschiedlicher Verkehrsträger und eine optimierte Nutzung bestehender Infrastrukturen für alle. NRW weist eine hohe Verkehrsdichte sowie eine stark urban geprägte Struktur auf. Dies führt zu erheblichen Herausforderungen im Verkehrsmanagement, eröffnet aber gleichzeitig große Potenziale für datenbasierte Lösungen.

Innovationspotenziale umfassen insbesondere multimodale Mobilitätssysteme, Mobility-as-a-Service-Plattformen sowie Echtzeitdatenlösungen zur Verkehrssteuerung. Technologien wie C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) ermöglichen eine direkte Vernetzung von Fahrzeugen, Infrastruktur und Nutzern sowie entsprechende Services.

Darüber hinaus entstehen neue datenbasierte Geschäftsmodelle, etwa durch Plattformökonomien und digitale Datenräume, die eine effizientere Organisation von Logistik- und Mobilitätsprozessen ermöglichen.

Dieses Potenzialthema entfaltet seine Wirkung besonders in der Digitalwirtschaft, dem Mobilitätssektor sowie in öffentlichen Infrastrukturen.

Emissionsarme Luftfahrt und neue Mobilitätsdimensionen

Die Luftfahrt steht vor der Herausforderung, ihre Emissionen deutlich zu reduzieren und gleichzeitig neue Mobilitätsformen zu erschließen. Emissionsarme Luftfahrttechnologien eröffnen dabei neue Perspektiven für nachhaltigere Transportlösungen. Gleichzeitig gewinnt dieses Themenfeld durch globale Entwicklungen an Bedeutung, insbesondere im Kontext internationaler Klimaziele[73] und sich verändernder Mobilitätsbedarfe[74]. NRW entwickelt sich zu einem führenden Innovations- und Anwendungsstandort für neue Mobilitätslösungen.

Innovationspotenziale konzentrieren sich auf die Optimierung der Flugrouten, effizientere Flugzeuge und alternative Antriebstechnologien, etwa Wasserstoffantriebe, hybridelektrische Systeme und Sustainable Aviation Fuels, sowie Fortschritten im Leichtbau und in der Aerodynamik, die zur Effizienzsteigerung beitragen.

Darüber hinaus entstehen neue Mobilitätskonzepte in der dritten Dimension, etwa durch unbemannte Luftfahrzeugsysteme (Drohnen oder Flugtaxis), die für urbane und logistische Anwendungen neue Möglichkeiten eröffnen. Drohnen in der

Logistik ermöglichen eine schnelle und flexible Zustellung von Waren auf der letzten Meile sowie die Versorgung schwer zugänglicher oder entlegener ländlicher Gebiete und können dadurch Transportzeiten verkürzen, die Effizienz logistischer Prozesse steigern sowie Emissionen einsparen.

Hieraus ergeben sich neue Innovations- und Wertschöpfungsperspektiven insbesondere an den Schnittstellen Luftfahrt, Mobilität und High-Tech-Produktion.

4.5.2 Maßnahmen umsetzen

NRW treibt die Transformation zu einer vernetzten und nachhaltigen Mobilität über anwendungsnahe Erprobung, infrastrukturelle Kopplung und schnelle Skalierung voran. Im Kern führt das Land Fahrzeug-, Energie-, Lade-, Daten- und Verkehrsinfrastrukturen konsequent zusammen, nutzt Reallabore und Testfelder gezielt als Transferinstrumente und unterstützt die Überführung von Innovationen aus Forschung und Demonstration in den Realbetrieb. Damit stärkt das Land seine Rolle als Industrie-, Logistik-, Energie- und Forschungsstandort und schafft die Voraussetzungen dafür, klimafreundliche, souveräne und digital vernetzte Mobilitätslösungen breiter in die Gesellschaft, Wirtschaft, Kommunen und Verkehrssysteme zu bringen.

Investieren: Systemische Investitions- und Förderansätze für die Mobilitätstransformation entwickeln

Im Zukunftsthema stoßen klassische Investitionslogiken an Grenzen: Vorhaben sind häufig kapitalintensiv und von engen Abhängigkeiten zwischen Fahrzeugtechnik, Energie-, Infrastruktur- und Digitalsystemen geprägt. Investitionen betreffen daher meist nicht einzelne Technologien, sondern vernetzte Mobilitäts- und Infrastruktursysteme. Für Unternehmen entstehen hohe Einzelrisiken, weil Vorleistungen etwa für Produktionslinien, Ladeparks oder Netzinfrastruktur früh erbracht werden müssen, während Erträge und Skalierungseffekte oft erst im Zusammenspiel mit weiteren Investitionen entstehen. Vor diesem Hintergrund zielt die Innovations- und Investitionsförderung des Landes darauf ab, diese strukturellen Risiken zu begrenzen: durch systemische Förderansätze, die Investitionen in Technologie, Infrastruktur, Digitalisierung und Anwendung zusammendenken, durch die Absicherung früher Vorleistungen sowie durch kooperative und hebelwirksame Förderformate.

NRW setzt dafür zum Beispiel verstärkt auf die Unterstützung bei der Errichtung von integrierten Lade-, Energie- und Digitalinfrastrukturen für die Elektromobilität. Im Fokus stehen interoperable Systeme etwa für smartes und bidirektionales Laden, leistungsfähige Lade- und Energiesysteme sowie die Einbindung erneuerbarer Energien, bei denen einzelne Systemkomponenten erst im Zusammenspiel wirtschaftlich wirksam werden. Daneben baut NRW auf Förderansätze wie die Förderrichtlinie Vernetzte Mobilität und Mobilitätsmanagement, die Förderrichtlinie Luftverkehr.NRW sowie progres.nrw – Emissionsarme Mobilität auf und zeigt damit bereits, wie systemische Investitionen in konkrete Anwendungen und den Markthochlauf klimafreundlicher Mobilitätslösungen ermöglicht werden können.

Daneben setzt NRW auf Wettbewerbsverfahren als zentrale Instrumente zur Auswahl qualitativ hochwertiger, innovativer Fördervorhaben. Innovationswettbewerbe fördern dabei anwendungsnahe Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit hohem Transferbezug, insbesondere in Verbünden von Wirtschaft und Wissenschaft. Mit dem Innovationswettbewerb NeueWege.IN.NRW konnte die Landesregierung bereits in der vergangenen Förderperiode im Rahmen von Innovationswettbewerben Projekte zu vernetzten Mobilitätskonzepte sowie die Entwicklung und Erprobung neuer Technologien, Prototypen und digitaler Lösungen in der Mobilität fördern. Damit werden Vorhaben von innovativen und insbesondere mittelständischen Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Mobilitätsbranche sowie der Luftfahrtindustrie unterstützt.

Durch den Aufbau von Forschungsinfrastrukturen setzt NRW gezielt dort an, wo hohe Investitionsbedarfe für Test-, Entwicklungs- und Erprobungsumgebungen einzelne Akteure im Mobilitätssektor überfordern. Forschungsinfrastrukturwettbewerbe zielen dabei auf den Auf- und Ausbau umsetzungsorientierter Forschungs-, Test- und Kompetenzinfrastrukturen, die etwa für neue Fahrzeug-, Antriebs-, Batterie-, Lade- oder digitale Mobilitätstechnologien erforderlich sind. Sie schaffen damit dauerhafte Voraussetzungen für anwendungsnahe Forschung, Transfer sowie die Überführung von Innovationen in marktfähige Lösungen.

Rahmengebend setzt sich NRW dafür ein, künftig Schwerpunktthemen der vernetzten und nachhaltigen Mobilität auch auf europäischer und nationaler Ebene stärker strategisch in Programmen und Initiativen zu verankern. Dazu zählen insbesondere Batterietechnologien im Kontext der Elektromobilität entlang der gesamten Wertschöpfungskette, von Forschung und Entwicklung über industrielle Produktion und Systemintegration bis hin zu Lade- und Energieinfrastrukturen, Second-Life-Anwendungen, Recycling und Circular Economy. Auch die digitale Vernetzung von Fahrzeugen, Infrastrukturen und Energiesystemen sowie deren Einbindung in multimodale Mobilitätslösungen sollen dabei berücksichtigt werden.

Vernetzen: Mobilitätsinnovationen durch Zusammenwirken in Wertschöpfungsnetzwerken systematisch organisieren

Die Transformation hin zu vernetzter und nachhaltiger Mobilität erfordert das koordinierte Zusammenwirken vielfältiger Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung. Fortschritte entstehen nicht in Einzeltechnologien, sondern im Zusammenspiel von Fahrzeug- und Komponentenentwicklung, Energie- und Ladeinfrastruktur, digitalen Anwendungen, Logistik, Kommunen und regulatorischen Rahmenbedingungen sowie über die Akzeptanz in der Gesellschaft.

NRW richtet bestehende landesweite Kompetenznetzwerke und Clusterstrukturen wie u.a. innocam.NRW, automotiveland.nrw, AeroSpace.NRW, KI.NRW, das Zukunftsnetz Mobilität und Logistik.NRW sowie regionale Strukturen mit „Aviation Rheinisches Revier“ auf gemeinsame Innovationspfade entlang relevanter Wertschöpfungsketten aus. Im Fokus stehen die enge Verzahnung von Fahrzeugtechnik, Digitalisierung, Energie- und Infrastrukturthemen sowie der Ausbau von Schnittstellen zwischen Technologieentwicklung, industrieller Umsetzung und

Anwendung. Hierfür werden Kompetenzen über bestehende landesweite Strukturen hinweg mit dem Fokus auf Mobilitätslösungen gebündelt.

Eine zentrale Querschnittsrolle übernimmt zudem der Aufbau offener und interoperabler Mobilitätsdatenräume. Mit der Landesagentur für Mobilitätsdaten MOBIDROM verfügt NRW über eine landeseigene Struktur, die Daten verschiedener Verkehrsträger bündelt, qualitätssichert und diskriminierungsfrei bereitstellt. Damit sollen datenbasierte Mobilitätsdienste, multimodale Angebote und effiziente Verkehrssteuerung unterstützt und der Übergang von offenen Daten zu konkreten Anwendungen gestärkt werden.

Übersetzen: Von Mobilitätsforschung zu wirksamen Lösungen im Realbetrieb

Die Übersetzung von Mobilitätsforschung in wirksame Anwendungen spielt eine entscheidende Rolle für die Mobilitätstransformation in NRW. Durch die enge Verzahnung von Fahrzeug-, Energie-, Infrastruktur- und Digitalsystemen gewinnt die anwendungsnahe Validierung und Erprobung neuer Lösungen besondere Bedeutung. NRW verbindet hierfür Transferstrukturen, Förderformate, Gründungsunterstützung und praxisorientierte Erprobungsumgebungen, um Innovationen früher im Realbetrieb zu testen, weiterzuentwickeln und zügig in wirtschaftlich tragfähige Anwendungen zu überführen.

Ein wichtiger Baustein im Zukunftsthema sind praxisnahe Forschungs-, Test- und Erprobungsinfrastrukturen, die neue Mobilitätslösungen in realitätsnahen Anwendungskontexten validieren, wie beispielsweise Häfen. NRW investiert gezielt in reale Anwendungen für automatisierte, vernetzte und vertikale Mobilität sowie Demonstrationsumgebungen, Testfelder und Reallabore für Batterietechnologien, Ladeinfrastrukturen sowie Wasserstoff- und Brennstoffzellenanwendungen.

Beispiele wie das Center for Vertical Mobility in Aldenhoven, Förderungen über Forschungsinfrastrukturen.NRW – etwa zu Batterie- und Wasserstofftechnologien oder automatisierter Schifffahrt – sowie Mobilitätsvorhaben im Rahmen der DigiSandbox.NRW zeigen, wie technologische Entwicklung, Anwendungserprobung und regulatorisches Lernen zusammengeführt werden. Im Fokus stehen dabei weniger einzelne Pilotprojekte als vielmehr übertragbare Erprobungsräume, in denen neue Mobilitätslösungen unter technischen, betrieblichen und rechtlichen Realbedingungen getestet und weiterentwickelt werden. Dabei rücken – insbesondere vor dem Hintergrund des neuen Bundeserprobungsgesetzes – Instrumente wie Experimentierklauseln zur Erprobung innovativer, vernetzter und nachhaltiger Mobilitätslösungen und -technologien verstärkt in den Fokus.

Schließlich stärkt NRW die Übersetzung von Forschung in Anwendung durch eine systematische Gründungs- und Verwertungsförderung. Mit Start-up Transfer.NRW werden Forschende und Studierende gezielt bei der Validierung wissenschaftlicher Erkenntnisse und bei der Durchführung von Proof of Concepts sowie bei der Entwicklung marktreifer Prototypen und der Vorbereitung von Ausgründungen unterstützt. Beispiele aus den Bereichen klimafreundliche Fahrzeugantriebe, automatisiertes Batterierecycling, industrielle Skalierung neuer Batterietechnologien oder der Logistik zeigen bereits erfolgreiche Leuchttürme auf.

Skalieren: Wirtschaftlich tragfähige Mobilitätslösungen aus Reallaboren in die breite Anwendung hebeln

Die Skalierung von Mobilitätslösungen stellt eigene Anforderungen, die über Forschung, Entwicklung und Erprobung hinausgehen. Dabei wirken insbesondere hohe Investitionsbedarfe, enge Abhängigkeiten zwischen Technologie-, Infrastruktur- und Energiesystemen sowie fehlende Referenzen für den Betrieb im größeren Maßstab als zentrale Herausforderungen. NRW richtet sein Handeln im Zukunftsthema „Vernetzte und nachhaltige Mobilität" deshalb gezielt darauf aus, Skalierung als eigenständige Entwicklungsphase zu adressieren – durch eine zielgerichtete Ausrichtung von Förderprogrammen auf industrielle Umsetzung und den Aufbau integrierter Lade-, Energie- und Digitalinfrastrukturen.

Ein zentraler Ansatzpunkt ist die Skalierung elektrischer Antriebstechnologien und zugehöriger Wertschöpfungsketten. Mit einer investiven Unterstützung für die Skalierung elektrischer Antriebstechnologien zielt NRW darauf ab, Investitionen in moderne Produktionskapazitäten, automatisierte Fertigungsprozesse und industrielle Umsetzungskompetenzen zu erleichtern. Ergänzend rückt für NRW die Förderung integrierter Lade-, Energie- und Digitalinfrastrukturen für die Elektromobilität die Skalierung der Elektromobilität als Gesamtsystem in den Fokus. Für den Markthochlauf von E-Pkw und insbesondere E-Lkw sind leistungsfähige, intelligente und netzdienliche Infrastrukturen entscheidend. NRW setzt hier auf Hochleistungsladen, smartes und bidirektionales Laden, stationäre Speicher, digitale Steuerungssysteme, erneuerbare Energien und standortübergreifende Energie- und Lademodelle. Ziel ist es, tragfähige Referenzen für den großskaligen Betrieb zu schaffen und auf weitere Standorte im Land übertragbar zu machen.

4.5.3 Innovationsstärken mobilisieren

Das Zukunftsthema knüpft unmittelbar an zentrale Stärken NRWs an: die industrielle Basis, die hohe Logistikintensität, die dichte Forschungslandschaft sowie die ausgeprägten Kompetenzen in Energie-, Digital- und Infrastruktursystemen. In diesem Innovationsökosystem greifen wirtschaftliche Spezialisierung, wissenschaftliche Exzellenz, Netzwerke und anwendungsnahe Erprobungsräume eng ineinander, sodass vorteilhafte Voraussetzungen für die erfolgreiche Realisierung der Potenziale und Maßnahmen entstehen.

Wirtschaftliche Spezialisierung

Die hohe industrielle Dichte, die zentrale Lage im europäischen Wirtschaftsraum, die ausgeprägte Logistikintensität und die enge Verflechtung von Produktion, Energie und digitaler Infrastruktur[75] machen NRW zu einem wichtigen Anwendungsraum für neue Mobilitätslösungen.

Den wirtschaftlichen Kern bildet das industrielle Ökosystem[9] „Mobilität, Transport und Automobil", das industrielle Produktion, Fahrzeug- und Zulieferstrukturen sowie logistikbezogene Wertschöpfung verbindet. Als Logistikdrehscheibe, Transitregion und Industriestandort ist NRW in besonderem Maße auf leistungsfähige Mobilitäts- und Verkehrssysteme angewiesen. Mit rund 37 Mrd. Euro Bruttowertschöpfung [76] und rund 420.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte[77] besitzt

das Ökosystem ein erhebliches wirtschaftliches Gewicht.
Enge Verbindungen bestehen zudem zur Energie- und Digitalwirtschaft sowie zur energieintensiven Industrie. Sie schaffen wichtige Voraussetzungen für vernetzte und klimafreundliche Mobilität und bilden zugleich Anwendungsräume für neue Materialien, Produktionsprozesse und energieeffiziente Lösungen . Mit einer Bruttowertschöpfung von rund 36 Mrd. Euro und einer überdurchschnittlichen Konzentration im Bundesvergleich bildet die energieintensive Industrie zugleich einen wirtschaftlich bedeutenden Anwendungsraum für die Mobilitätstransformation. [78] Das Zusammenspiel dieser Wirtschaftsbereiche schafft gute Voraussetzungen für die Entwicklung, Anwendung und Skalierung neuer Mobilitätslösungen in NRW.

Städte und Gemeinden stehen vor der Herausforderung, wachsende Güter- und Lieferverkehre mit einer lebenswerten, nachhaltigen und wirtschaftlich starken Kommune in Einklang zu bringen. Eine wichtige Rolle spielt dabei die urbane Logistik einschließlich der letzten Meile und der Baulogistik. Innovative Ansätze, etwa geräuscharme Lieferkonzepte für Nachtzeiten, können dazu beitragen, Verkehre effizienter und stadtverträglicher zu gestalten.

Eine breite Unternehmenslandschaft deckt zentrale Teilfelder von klimafreundlichen Antrieben, Elektromobilität und intelligentem Energiemanagement bis zu Robotik, KI-gestützter Analytik und autonomen Transportsystemen ab. Hinzu kommen datenbasierte und vernetzte Mobilitätslösungen sowie Kompetenzen bei Brennstoffzellen- und Batteriesystemen, emissionsarmer Luftfahrt und neuen Mobilitätsformen.

Wissenschaftliche Exzellenz und Forschungsinfrastrukturen

Die wissenschaftlichen Schwerpunkte innerhalb des Zukunftsthemas reichen von automatisierter und vernetzter Mobilität über Verkehrs- und Logistiksysteme sowie Fahrzeug- und Antriebstechnik bis zur Batterieforschung und Kopplung von Mobilitäts-, Energie- und Infrastruktursystemen.

Beispielhaft stehen dafür forschungsstarke Einrichtungen und Hochschulen wie die FH Aachen und RWTH Aachen, die TH Ostwestfalen-Lippe, die Ruhr-Universität Bochum, die Westfälische Hochschule, die Bergische Universität Wuppertal, die Universität Münster, die Universität Duisburg-Essen, die TU Dortmund, die TH Köln sowie das DLR, das DST – Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e.V. und das Forschungszentrum Jülich. Ihre Kompetenzen reichen von Fahrzeugtechnik, automatisierter und vernetzter Mobilität über Verkehrs- und Logistiksysteme bis zur Kopplung von Energie sowie simulationsgestützten Ansätzen für komplexe Mobilitätssysteme. Mit dem MEET Batterieforschungszentrum der Universität Münster, dem Helmholtz-Institut Münster, einer Außenstelle des Forschungszentrums Jülich, der Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batteriezelle FFB in Münster sowie dem PEM Battery Innovation Cluster der RWTH Aachen und dem Center for Ageing, Reliability and Lifetime Prediction of Electrochemical and Power Electronic Systems (CARL) der RWTH Aachen bestehen zentrale Forschungsstrukturen entlang der Batteriewertschöpfungskette bis zur großskaligen Batteriezellfertigung. Diese schaffen wichtige Voraussetzungen für die industrielle Weiterentwicklung elektrifizierter Wertschöpfungssysteme.

Netzwerke, Cluster und anwendungsnahe Infrastrukturen verbinden Forschung, Unternehmen und Markt

Die Entwicklung vernetzter und nachhaltiger Mobilitätslösungen erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Fahrzeugindustrie, Logistik, digitaler Infrastruktur, Forschung und Anwendung. NRW verfügt im Zukunftsthema „Vernetzte und nachhaltige Mobilität“ über eine leistungsfähige Cluster-, Netzwerk- und Intermediärlandschaft, die die Zusammenarbeit zwischen Forschung, Wirtschaft, öffentlicher Hand und Anwendung gezielt unterstützt. Zentrale Knotenpunkte sind dabei insbesondere innocam.NRW, automotiveland.nrw und Logistik.NRW, die eng miteinander verbundene Dimensionen der Mobilitätstransformation adressieren– von automatisierter und vernetzter Mobilität, über die Transformation der Automobil- und Zulieferindustrie bis hin zu klima- und umweltfreundlicher, digital gestützter Logistik. Gemeinsam bündeln sie Kompetenzen entlang zentraler Wertschöpfungsketten und stärken sektorübergreifende Innovationspfade.

Anwendungsnahe Test- und Erprobungsinfrastrukturen ergänzen die Vernetzungsstrukturen und ermöglichen die Erprobung vernetzter und nachhaltiger Mobilitätslösungen unter realitätsnahen Bedingungen. Das Aldenhoven Testing Center und das Center for Vertical Mobility ermöglichen die Erprobung automatisierter und vernetzter Mobilität, V2X-Kommunikation[79], intelligente Verkehrsinfrastruktur und die Erprobung ländlicher und urbaner Verkehrssysteme Mit „Startport“ in Duisburg und Dortmund besteht zudem eine Start-up-Umgebung, die junge Unternehmen mit Akteuren aus Logistik und Industrie vernetzt und die Entwicklung praxisnaher Lösungen unterstützt.

4.6 Die fünf Zukunftsthemen als integrative Innovationstreiber

Die fünf dargestellten Zukunftsthemen bilden gemeinsam den strategischen Orientierungsrahmen der Innovationsstrategie Nordrhein-Westfalens. Ihre detaillierte Betrachtung verdeutlicht die integrative Logik der Strategie: Jedes Zukunftsthema erschließt spezifische Potenziale, doch ihre volle Wirkung entsteht erst im Zusammenspiel.

Wie eingangs beschrieben, handelt es sich also nicht um isolierte Innovationsinseln. Die Zukunftsthemen wirken sektorübergreifend, greifen ineinander und verstärken sich gegenseitig. Sie verbinden technologische Entwicklungen mit wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Herausforderungen und eröffnen neue Räume für Kooperationen zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Gerade an den Schnittstellen der Themen entstehen neue Innovationsimpulse, die bestehende Kompetenzen weiterentwickeln und neue Anwendungs- und Wertschöpfungsfelder erschließen können.

Dieses Zusammenspiel – sowie die damit einhergehende Vernetzung der Akteure – ist zentraler Hebel für die Umsetzung der Vision der Innovationsstrategie (siehe Kapitel 3 Innovationsland NRW – Vision und Ziele). Die Zukunftsthemen tragen dazu bei, bestehende Wertschöpfung weiterzuentwickeln und neue Wachstumspfade aufzubauen. Sie schaffen die Voraussetzungen dafür, dass Forschung und Innovation dort Wirkung entfalten, wo sie gebraucht werden: in Unternehmen, Märkten und im unmittelbaren Lebensumfeld der Menschen – stets mit Blick auf deren Bedürfnisse. Damit leisten sie einen wesentlichen Beitrag dazu, NRW als Innovationsland zu stärken – technologisch führend, industriell verwurzelt, global wettbewerbsstark.

Die zugeordneten Potenzialthemen konkretisieren diese Zusammenhänge und zeigen auf, in welchen Innovations- und Anwendungsfeldern NRW besondere Entwicklungschancen besitzt. Die nachfolgende Übersicht fasst die Struktur der Innovationsstrategie zusammen und macht sichtbar, wie die fünf Zukunftsthemen und ihre Potenzialthemen miteinander verknüpft sind. Sie verdeutlicht, wo Synergien entstehen, Kompetenzen gebündelt werden und neue Impulse für die Innovationsfähigkeit des Landes gesetzt werden können.

Die Zukunftsthemen und Potenzialthemen bilden den inhaltlichen Orientierungsrahmen der Innovationsstrategie. Ihre Erschließung wird durch themenübergreifende Ansatzpunkte der Innovationsförderung unterstützt. Die Innovationsstrategie bündelt diese in vier strategischen Handlungsfeldern – Investieren, Vernetzen, Übersetzen und Skalieren (vgl. Kapitel 5). Sie greifen zentrale Anforderungen entlang des Innovationsprozesses auf und bilden einen gemeinsamen Rahmen für Instrumente und Maßnahmen, die zur Entwicklung und Umsetzung der Zukunftsthemen beitragen.

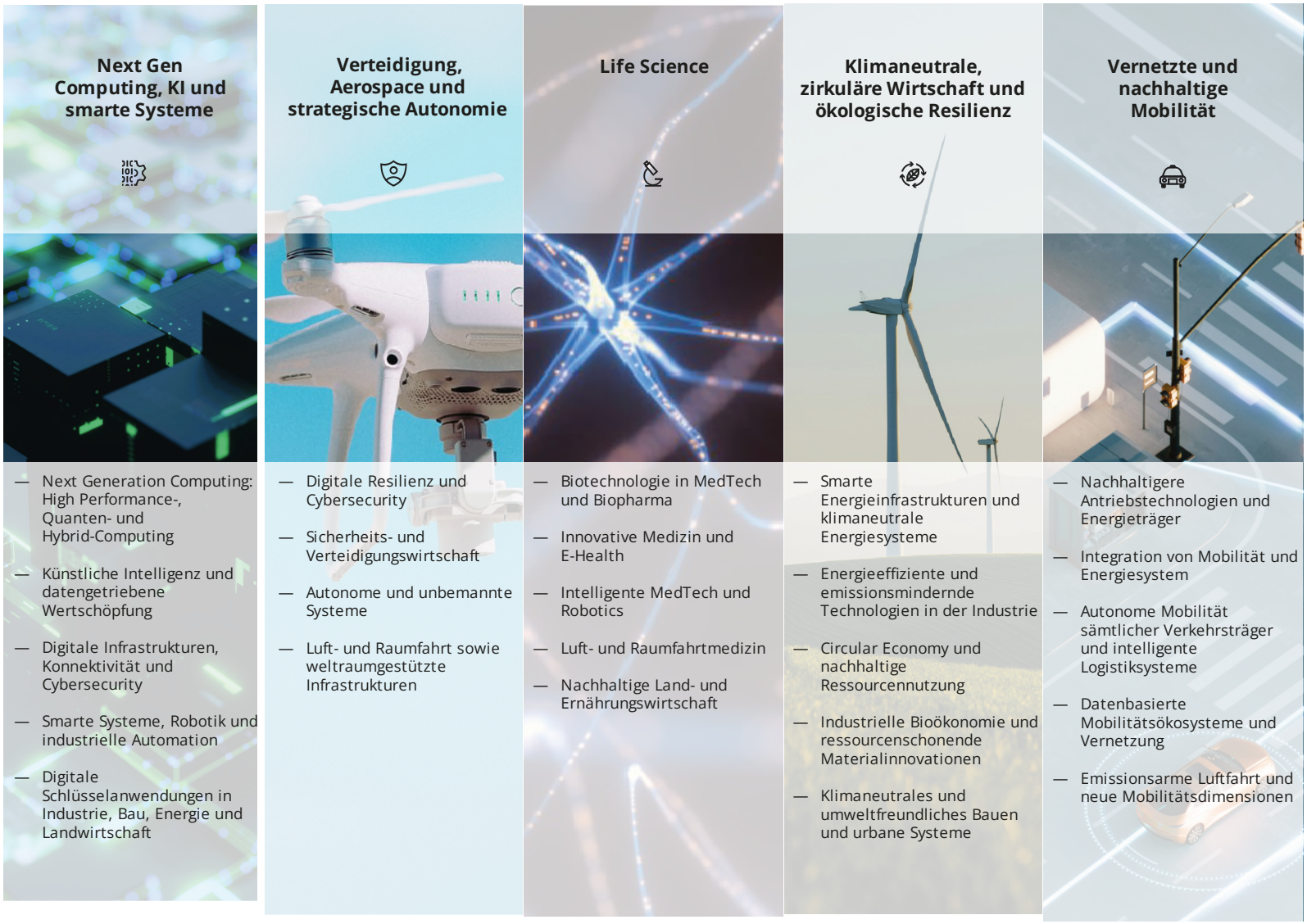
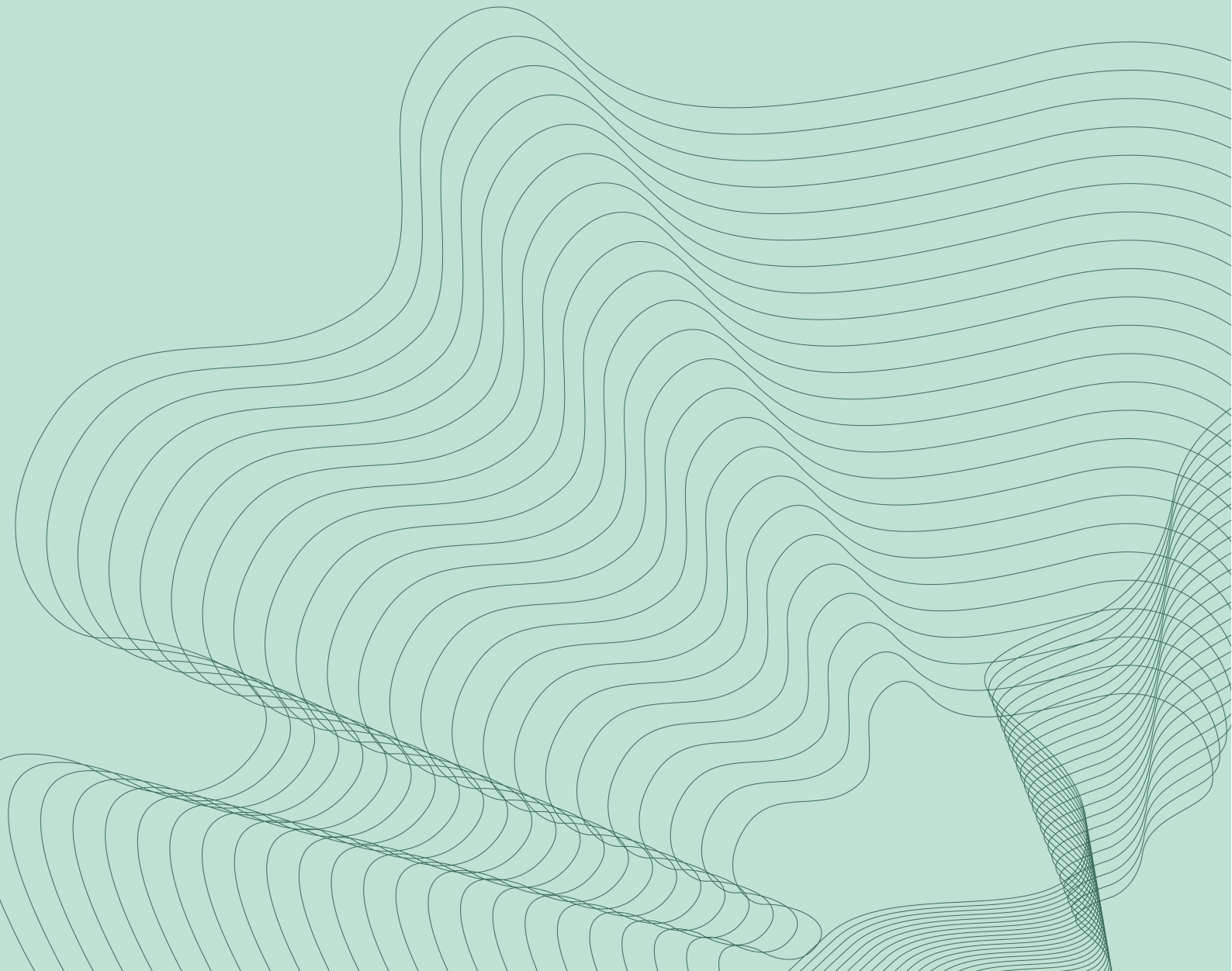


Abbildung 2: Die fünf Zukunftsthemen der Innovationsstrategie des Landes NRW (Quelle: Eigene Abbildung)

5 STRATEGISCHE HANDLUNGSFELDER



5 Strategische Handlungsfelder

Mit der neuen Innovationsstrategie richtet Nordrhein-Westfalen (NRW) sein innovationspolitisches Handeln auf die Anforderungen eines leistungsfähigen, vernetzten und zukunftsorientierten Innovationsökosystems aus. Ziel ist eine aufeinander abgestimmte Innovationsförderung mit klaren Prioritäten auf die fünf Zukunftsthemen (vgl. Kapitel 4) für eine intelligente Spezialisierung und eine wirkungsvolle wertschöpfungsfördernde regionale Wirtschaftsentwicklung. Dafür entwickelt die Landesregierung ihren Instrumentenmix strategisch weiter, stärkt das Zusammenspiel bestehender Ansätze und richtet das Zusammenspiel entlang zentraler übergreifender Handlungsfelder aus.

NRWs leistungsfähige Innovationsförderung als günstige Ausgangslage für eine Dynamisierung des Innovationsgeschehens

NRW verfügt über einen breiten und leistungsfähigen Instrumentenmix zur Förderung von Innovationen: von Projekt- und Wettbewerbsförderung, Gründungs- und Finanzierungsinstrumenten über Cluster- und Transferstrukturen, Beratungsangebote, Hubs und Anlaufstellen bis hin zu Forschungs- und Innovationsinfrastrukturen sowie Qualifizierungs- und Fachkräfteprogrammen. Hinzu kommen Instrumente an den Schnittstellen zu Nachfrage, Regulierung, europäischer Fördermittelmobilisierung und strategischer Koordination. Diese Vielfalt ist einerseits eine Stärke des Standorts. Denn der bisherige Instrumentenmix schafft Reichweite, thematische Anschlussfähigkeit und eine breite Unterstützungslandschaft für Innovationsvorhaben und -akteure. Andererseits hat die Landesregierung erkannt, dass ein breiter innovationspolitischer Instrumentenmix in einem immer komplexer werdenden Innovationsökosystem nicht automatisch eine hohe Wirksamkeit entfaltet. Analysen zur Innovationsstrategie 2021-2027 zeigen, dass die bisherige Förderlandschaft grundsätzlich als relevant und passend eingeschätzt wird, ihre Wirkung jedoch dort begrenzt bleibt, wo Verfahren zu komplex, Förderstrategien zu fragmentiert und Instrumente noch nicht ausreichend fokussiert bzw. aufeinander abgestimmt sind.[80]

Zudem stellen veränderte Rahmenbedingungen neue Anforderungen an innovationspolitische Instrumente. Innovationsvorhaben entstehen und entwickeln sich heute unter Bedingungen, die von beschleunigtem technologischem Wandel, steigendem Transformationsdruck, zunehmender geoökonomischer Unsicherheit, wachsenden Anforderungen an Resilienz und Souveränität sowie einer zunehmenden Komplexität von Entwicklungs- und Umsetzungsprozessen geprägt sind. Damit steigen zugleich die Anforderungen an das Zusammenspiel der beteiligten Akteure, Aktivitäten und Interessen.

Diese Veränderungen betreffen auch die strukturellen Rahmenbedingungen der Innovationsökosysteme: Internationale Verflechtungen bleiben für NRW zentral, zugleich gewinnen resiliente, europäische und regionale Wertschöpfungsräume, standortnahe und dezentrale Entwicklungs- und Produktionsprozesse sowie neue Formen arbeitsteiliger Kooperation an Bedeutung. Im Zuge stärker ausdifferenzierter Wertschöpfungsstrukturen verlagern Unternehmen – auch im industriellen Mittelstand – Fertigung und

zunehmend auch Forschung und Entwicklung näher an Absatzmärkte.

Für die Innovationspolitik ergeben sich daraus neue Anforderungen: Sie muss Innovationsaktivitäten am Standort und ihre Diffusion in die Breite, insbesondere in KMU, gezielt unterstützen. Zugleich gilt es, die Anschlussfähigkeit an internationale Märkte zu sichern und Innovationspotenziale in globalen und regionalen Wertschöpfungsketten zu erschließen.

Gleichzeitig steigen für viele Innovationsakteure die Anforderungen an Finanzierung, Fachkräfte, Kooperation, Regulierung und Markteinführung. Damit verändern sich auch die Erwartungen an die innovationspolitischen Instrumente.

NRW entwickelt den Instrumentenmix der Innovationsförderung strategisch weiter

Die Landesregierung sieht eine strategische Aufgabe darin, ihre Innovationspolitik und die eingesetzten Instrumente kohärent und bedarfsgerecht weiterzuentwickeln. Im Mittelpunkt stehen dabei eine konsequente Verzahnung der Aktivitäten und Akteure, klare Rollen, das Zusammenspiel und die Zugänglichkeit der Förder- und Unterstützungsangebote sowie die Anschlussfähigkeit an Förderangebote des Bundes und der EU.

Die in den Zukunftsdialogen mit Vertreterinnen und Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft eingebrachten Perspektiven sowie vertiefende Analysen[81] zeigen zentrale Anforderungen an diese Weiterentwicklung. Eine wesentliche Anforderung liegt im Zusammenspiel der bestehenden Förder- und Unterstützungsangebote. In der vielfältigen Förderlandschaft NRWs kommt es darauf an, dass sich unterschiedliche Angebote sinnvoll ergänzen, ihre jeweiligen Stärken zur Geltung kommen und Übergänge zwischen ihnen gut funktionieren. Dies betrifft insbesondere die Übergänge zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Markt, Regulierung und Anwendung sowie zwischen unterschiedlichen regionalen und überregionalen Angeboten. Zugleich sollten Förderangebote für unterschiedliche Akteursgruppen gut zugänglich und Verfahren so ausgestaltet sein, dass Innovationsvorhaben verlässlich und mit angemessenem Aufwand umgesetzt werden können.

Eine weitere Anforderung besteht darin, unterschiedliche Innovationsphasen und -bedarfe angemessen abzubilden. Der Instrumentenmix sollte sowohl die breite Innovationsbeteiligung – insbesondere von KMU – als auch wissenschaftliche und technologische Exzellenz sowie wachstums- und skalierungsorientierte Vorhaben berücksichtigen. Dabei sind Übergänge von der Konzept- und Prototypenentwicklung über Erprobung und Validierung bis zu Markteinführung, Skalierung und Diffusion ebenso in den Blick zu nehmen wie die besonderen Finanzierungs- und Unterstützungsbedarfe risikobehafteter Innovationsvorhaben. Angesichts kürzerer Innovationszyklen gewinnen zudem Geschwindigkeit und Verlässlichkeit von Förder-, Kooperations- und Umsetzungsprozessen an Bedeutung. Erfolgreiche Ansätze sollten dabei den Übergang in Märkte, Wertschöpfungsketten und weitere Anwendungsbereiche erreichen können.

Schließlich gewinnt die nationale und internationale Anschlussfähigkeit der Innovationsförderung an Bedeutung. Für Unternehmen, Forschungseinrichtungen und weitere Innovationsakteure in NRW sind Zugänge zu Bundes- und EU-

Programmen, internationalen Partnerschaften und überregionalen Wertschöpfungszusammenhängen wichtige Rahmenbedingungen für Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit. Der Instrumentenmix sollte daher die Anschlussfähigkeit der Landesförderung an nationale und europäische Angebote berücksichtigen, die Nutzung zusätzlicher Fördermöglichkeiten unterstützen und die Einbindung von Akteuren aus NRW in überregionale Innovations- und Wertschöpfungszusammenhänge erleichtern.

Diese Anforderungen betreffen nicht einzelne Programme isoliert, sondern das Zusammenspiel des innovationspolitischen Instrumentariums insgesamt. Sie bilden daher den Rahmen für dessen strategische Weiterentwicklung.

Die Landesregierung stärkt den strategischen Zusammenhang ihrer Innovationspolitik – über Governance-Ebenen und Politikfelder hinweg

Für die Weiterentwicklung der Innovationspolitik in NRW sind einige übergreifende strategische Grundprämissen handlungsleitend. Sie ergeben sich aus den ermittelten Bedarfen und Anforderungen im Innovationsökosystem NRWs und richten den Blick zugleich auf nationale und europäische Prioritäten und Rahmenbedingungen. Die Grundlage für die Weiterentwicklung des innovationspolitischen Instrumentenmixes bilden dabei insbesondere:

- eine integrierte Innovations- und Industriepolitik,
- eine Fokussierung auf systemische Reformen sowie
- eine enge Verzahnung zwischen politischen Ebenen.

NRW realisiert eine integrierte Innovations- und Industriepolitik über alle relevanten Themenbereiche und Ressorts hinweg. Technologische Entwicklung, industrielle Modernisierung, neue Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit werden künftig noch stärker in Systemen statt in einzelnen Branchen gedacht und entlang vernetzter Innovations-, Wertschöpfungs- und Anwendungssysteme ausgerichtet. Im Mittelpunkt steht damit das Zusammenspiel von Forschung, Technologieentwicklung, industrieller Produktion, Infrastruktur, Nachfrage, Regulierung, Finanzierung und Anwendung. Die Innovationspolitik des Landes richtet sich deshalb auf die Weiterentwicklung solcher Systeme aus. Ein kooperatives Zusammenwirken von Ressorts und Politikfeldern sowie Clustern und regionalen Innovationsknoten schafft die Voraussetzung dafür, dass Investitionen, Vernetzung, Transfer und Skalierung entlang gemeinsamer Wertschöpfungspfade wirksam werden. NRW verfolgt deshalb eine systemische Innovationspolitik, die Technologieimpulse gezielt in industrielle Modernisierung, neue Produkte, Geschäftsmodelle und großskalige Anwendungen überführt.

Die Landesregierung setzt bei der gezielten Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen für Innovation auf systemische Reformen. Investitionen werden mit Maßnahmen verbunden, die Verfahren vereinfachen, Übergänge zwischen Instrumenten verbessern und zugleich die regulatorischen und institutionellen Voraussetzungen für zügige Innovationsprozesse schaffen. Ansatzpunkte hierfür liegen in innovationsrelevanten Regelungsbereichen, etwa beim Transfer geistigen Eigentums (IP-Transfer), bei Ausgründungen, bei der Mobilität zwischen Wissenschaft und Wirtschaft oder bei der Nutzung von

Experimentierräumen und Infrastrukturen. Ebenso beschäftigt sich die Landesregierung mit innovationsfördernden Rahmenbedingungen in Bildung, Verwaltung, Arbeitsmarkt und Regulierung, die Kompetenzen, Umsetzungsfähigkeit und Experimentierbereitschaft im Innovationsökosystem stärken. Damit greift NRW auch die europäische Entwicklung auf, Investitionen und Reformen künftig z.B. in den Nationalen und Regionalen Partnerschaftsplänen (NRPP) noch enger zu verknüpfen. Eine leistungsfähige Innovationspolitik entsteht so nicht nur durch neue Programme, sondern auch durch eine kontinuierliche Optimierung des Systems.

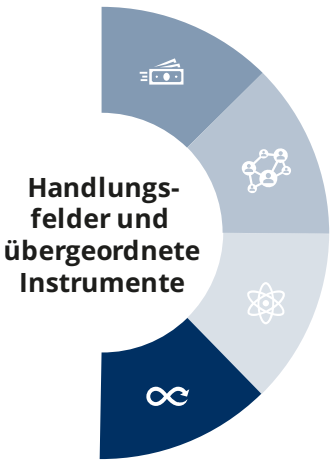
NRW setzt auf eine enge Verzahnung zwischen politischen Ebenen. NRW ist in besonderer Weise in europäische und nationale Entwicklungen, Förderarchitekturen und Technologieräume eingebunden. Ob Strukturwandel, Wasserstoffhochlauf, Digitalisierung oder Industriepolitik – NRW profitiert dabei von EU-Programmen und ist gleichzeitig zentraler Partner des Bundes. Durch die strategische Abstimmung und Bündelung innovationspolitischer Aktivitäten zwischen EU-, Bundes-, Landes- und Regionalebene können Synergien genutzt, Doppelstrukturen vermieden und strategische Prioritäten geschärft werden. Ziel ist ein Instrumentensystem, das komplementär über Ebenen hinweg wirkt – eingebettet in europäische Wettbewerbs- und Innovationsinitiativen, nationale Zukunftsprogramme und landesweite Strategien[82]. Die Innovationsstrategie fungiert dabei als strategischer Orientierungsrahmen für die landesspezifische Ausgestaltung und Weiterentwicklung aller innovationsrelevanten Programme. NRW stellt dabei die Anschlussfähigkeit an zentrale europäische und nationale Strategien und Rahmenprogramme sicher, wie etwa den European Competitiveness Fund (ECF), den European Green Deal, den mehrjährigen Finanzrahmen 2028-2034 der EU, die Hightech Agenda Deutschland oder die zukünftigen NRPP.

Die neue Innovationsstrategie bündelt die Instrumente der Innovationsförderung in vier strategischen Handlungsfeldern

Die Handlungsfelder der Innovationsstrategie adressieren zentrale strukturelle Herausforderungen im Innovationsökosystem und schließen identifizierte Lücken entlang des Innovationsprozesses. Sie tragen den veränderten Anforderungen an ein zunehmend vernetztes, herausforderungsgetriebenes Innovationsökosystem Rechnung und bündeln die wesentlichen Ansatzpunkte für eine wirkungsorientierte Weiterentwicklung der Instrumente. Vor diesem Hintergrund schärft NRW seine intelligente Spezialisierung entlang der folgenden vier strategischen Handlungsfelder:

- **Investieren**, denn Innovationsvorhaben brauchen verlässliche Investitions- und Entwicklungsbedingungen. Hohe Risiken, lange Entwicklungszyklen, erhebliche Vorleistungen und der Bedarf an strategischen Forschungs-, Technologie- und Entwicklungsinfrastrukturen machen eine Investitionslogik erforderlich, die passgenau, anschlussfähig und risikoadäquat ist. Die Landesregierung richtet ihre Instrumente deshalb gezielt darauf aus, Investitionsprozesse zu beschleunigen, mehr Planungssicherheit zu schaffen, Risiken in kritischen Entwicklungsphasen abzusichern und die notwendigen Kompetenzen im Innovationsökosystem zu stärken.

- **Vernetzen**, denn Kooperation muss gezielt Orientierung, Entwicklung und Umsetzung ermöglichen. Die hohe Dichte an Netzwerken, Clustern und Unterstützungsstrukturen ist eine Stärke des Standorts, entfaltet aber nur dann volle Wirkung, wenn sie strategisch fokussiert, koordiniert und auf konkrete Entwicklungsbedarfe ausgerichtet wird. Die Landesregierung richtet ihre Vernetzungsansätze deshalb darauf aus, klare Rollen im Innovationsökosystem zu unterstützen, strategische Themenfelder und regionale Schwerpunkte (Innovationsknoten) zu verbinden, leistungsfähige Innovationsallianzen auszubauen und interregionale Kooperationsräume zu erschließen.
- **Übersetzen**, denn die Übergänge von Wissen zu Anwendung müssen schnell und robust sein. Ein erheblicher Teil der Innovationshemmnisse liegt heute an den Schnittstellen zwischen Forschung und Unternehmen, Technologie und Markt, Entwicklung und Regulierung sowie Prototyp und Anwendung. Die Landesregierung richtet ihre Instrumente deshalb stärker darauf aus, bedarfsorientierte Transfer-, Validierungs- und Erprobungsprozesse zu stärken, Schutzrechte und regulatorische Anschlussfähigkeit mitzudenken und die unternehmerische Verwertung und Ausgründungen aus der Forschung zu unterstützen – mit einem klaren Fokus auf Co-Creation statt sequenziellem Transfer.



Investieren – Innovation ermöglichen

1. Stärkung von Förderzugängen, Sicherstellung effizienter Verfahren und Gestaltung investitionsfreundlicher Rahmenbedingungen
2. Stärkung öffentlicher und Mobilisierung privater Innovationsfinanzierung
3. Investitionen in Forschungs-, Technologie- und Innovationsinfrastrukturen
4. Investitionen in Talente, Innovationskompetenz und Entrepreneurship

Vernetzen – Kooperation stärken

1. Stärkung sektorübergreifender Kooperationen, Cluster und regionaler Knotenpunkte
2. Ausbau der Vernetzung über Landesgrenzen hinweg

Übersetzen – Wissen anwenden

1. Stärkung bedarfsorientierter Austausch-, Validierungs- und Erprobungsstrukturen
2. Stärkung wissensbasierter Gründungen und der unternehmerischen Verwertung von Forschungsergebnissen

Skalieren – Innovation in Wachstum überführen

1. Stärkung des Wachstums innovativer Geschäftsmodelle und Scale-ups
2. Nutzung von Nachfrage, Leitmärkten und internationalen Märkten als Hebel für Skalierung und Diffusion

Abbildung 1: Handlungsfelder und übergeordnete Instrumente der Innovationsstrategie (Quelle: Eigene Abbildung)

- **Skalieren**, denn erfolgreiche Innovationen müssen zügig in Wachstum, Wertschöpfung und breite Anwendung übergehen. Ein leistungsfähiges Innovationsökosystem endet nicht bei der Entwicklung guter Lösungen. Die Landesregierung schafft daher die Voraussetzungen dafür, dass Innovationen in Märkte hineinwachsen, Nachfrage finden, in Wertschöpfungsketten integriert werden und ihre Wirkung am Standort in größerem Maßstab entfalten.

Mit der Ausgestaltung dieser Handlungsfelder adressiert NRW zukünftig die zentralen Anforderungen des Innovationsökosystems und schafft die Grundlage dafür, vorhandene Stärken des Landes noch umfassender zu aktivieren und Innovationspotenziale in den Zukunftsthemen zu erschließen.[3]

5.1 Investieren – Innovation ermöglichen

NRW schafft im Handlungsfeld Investieren die Voraussetzungen dafür, dass Innovationen durch gezielte Finanzierungsoptionen zügig vorbereitet, robuster entlang des gesamten Innovationsprozesses entwickelt und mit den erforderlichen Ressourcen in Anwendung und Wertschöpfung überführt werden können. In einem Land mit exzellenter und vielfältiger Forschungslandschaft, breiter industrieller Basis, leistungsfähigem Mittelstand und hoher Start-up-Dynamik entscheidet sich Innovationsfähigkeit auch daran, ob Förderzugänge, Finanzierung, Infrastrukturen und Kompetenzen gut zusammenspielen. Die Landesregierung richtet ihre Investitionspolitik für Innovationen deshalb gezielt auf Tempo, Klarheit, Risikoermutigung und Innovationskompetenz aus.

NRW setzt auf zugängliche Förderangebote, effiziente Verfahren und schafft innovations- sowie investitionsfreundliche Rahmenbedingungen

Die Innovationsstrategie zielt darauf ab, Förderangebote transparent und zugänglich zu gestalten, Programme entlang zentraler Entwicklungsstufen auszurichten und Innovationsideen zügig in marktfähige Lösungen zu überführen. Die Landesregierung befasst sich mit geeigneten Maßnahmen, um die Förderlandschaft übersichtlich und leicht zugänglich zu gestalten. Auch effiziente und zügige Entscheidungs- und Bewilligungsverfahren sowie angemessen einfache Förderbedingungen sieht sie als wichtigen Beitrag, ohne auf zielgruppenspezifische Ansätze zu verzichten. Bei der Weiterentwicklung von Förderlogiken sollen Wertschöpfungspotenziale sowie innovationsnahe Phasen ausgerichtet – insbesondere Konzeptentwicklung, Prototypentwicklung, Validierung und Markteintritt – angemessen berücksichtigt werden. Die Landesregierung sieht zudem in einem guten Zusammenspiel von Innovations-, Investitions- und Qualifizierungsförderung einen wichtigen Ansatz, um Übergänge zwischen zwischen Förderphasen zu unterstützen, niedrigschwellige Einstiege zu ermöglichen und für wachstumsstarke Unternehmen anschlussfähige Entwicklungs- und Skalierungspfade zu schaffen. Ergänzend sollen digitale Zugänge, schlanke Verfahren, Projektentwicklung und Konsortialbildung sowie die Anschlussfähigkeit an Bundes- und EU-Instrumente bei der Weiterentwicklung berücksichtigt werden. Verfahrensoptimierung durch Praxischecks im

Dialog zwischen Wirtschaft und Verwaltung kann Investitionen in Innovationen oder Transformationstechnologien erleichtern und deren Umsetzung beschleunigen. Dabei werden bürokratische Hürden sichtbar und Möglichkeiten für effiziente, schlanke und einfachere Planungs- und Genehmigungsverfahren aufgezeigt. Damit sollen Innovationsprozesse unterstützt und Möglichkeiten zur Einbindung externe Fördermittel gezielter genutzt werden.

NRW verfügt bereits über ein breites Angebot an Beratungs- und Unterstützungsstellen. Darauf aufbauend wird eine Weiterentwicklung zu einer zentralen Service- und Innovationsplattform angestrebt, über die Zugänge und Kompetenzen gebündelt werden und eine zentrale Anlaufstelle für Innovationsakteure und ihre Vorhaben geschaffen werden könnte.

Darüber hinaus unterstützt und begleitet die Landesregierung auch auf Bundes- und EU-Ebene Initiativen wie das Innovationsfreiheitsgesetz, die Wachstums- und Innovationskapital für Deutschland-Initiative (WIN Initiative) oder den European Innovation Act, mit denen auch für NRW sowohl bei privatem als auch öffentlichem Kapital investitions- und innovationsfreundlichere Rahmenbedingungen geschaffen werden. Dabei setzt sich NRW auch für innovationsfreundlichere steuerliche und weniger bürokratische Rahmenbedingungen auf Bundes- und EU-Ebene ein, die private Investitionen erleichtern und administrative Belastungen für Innovationsvorhaben reduzieren. Dazu zählen auch landesseitige Reform- und Modernisierungsinitiativen wie das E-Government-Gesetz NRW, die ebenfalls positiv auf das Innovationsklima im Land wirken.

NRW stärkt öffentliche und mobilisiert private Innovationsfinanzierung

NRW stärkt die Innovationsfinanzierung dort, wo Entwicklungsprozesse besonders kapitalintensiv, risikobehaftet oder mehrstufig verlaufen. Gerade in frühen Phasen, in Exploration, Validierung und Transfer sowie beim Übergang in marktnähere Entwicklung entstehen immer wieder Finanzierungslücken, obwohl technologische und wirtschaftliche Potenziale vorhanden sind. Die Landesregierung sieht deshalb in einem guten Zusammenspiel öffentlicher und privater Finanzierung sowie in der Berücksichtigung unterschiedlicher Finanzierungsbedarfe entlang des gesamten Entwicklungswegs wichtige Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung ihrer Investitionspolitik.

Dafür setzt die Landesregierung auf ein differenziertes Portfolio zeitgemäßer Finanzierungsinstrumente für Innovation. Dazu gehören Zuschüsse, Darlehen, Beteiligungsfinanzierungen und Frühphasenunterstützung, die gezielt auf unterschiedliche Phasen des Innovationsprozesses ausgerichtet sind – von der frühen Exploration und Konzeptentwicklung über Validierung und Prototypenentwicklung bis hin zur Markteinführung und wachstumsorientierten Skalierung. Ergänzend stärkt NRW progressive öffentliche und private Finanzierungsansätze, die Entwicklung, Nachfrage und privates Kapital enger miteinander verzahnen, etwa Co-Investment-Modelle, Venture Clienting, Kaskadenfinanzierungsinstrumente, innovationsorientierte Beschaffung sowie die Einbindung privaten Kapitals. Auf diese Weise entstehen tragfähige Förder-, Finanzierungs- und Investitionsarchitekturen für die Zukunftsthemen, mit denen in NRW nicht nur klassische FuE-Projekte getragen, sondern auch Exploration,

Konzeptentwicklung, Validierung, Prototypenentwicklung und anwendungsnahe Entwicklung abgesichert werden können. Das ist insbesondere für innovationsaktive KMU relevant, gilt aber ebenso für forschungsnahe Vorhaben, technologieorientierte Start-ups, wachstumsorientierte Unternehmen und kooperative Projekte zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.

NRW baut hierfür auf leistungsfähigen Instrumenten und Strukturen auf. Beispiele wie das Programm Mittelstand Innovativ & Digital (MID) zeigen bereits heute, wie durch niedrigschwellige Innovationsförderung innovationsaktive Unternehmen beim Einstieg in Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsvorhaben unterstützt werden. Ergänzt wird dies durch Instrumente, wie bspw. die Mittelständische Beteiligungsgesellschaft NRW (MBG NRW), die eigenkapitalnahe Finanzierungen für Innovations- und Wachstumsvorhaben bereitstellt.

Darüber hinaus setzt NRW auf die breite Nutzung bundesweiter Finanzierungs- und Förderinstrumente in NRW gestärkt, die insbesondere für innovationsaktive Unternehmen, Mittelstand und wachstumsorientierte Vorhaben relevant sind. Dazu gehören die Forschungszulage, der Deutschlandfonds sowie mittelstandsnahe Programme wie das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand.

Mit dem aktuellen Programm des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und dem Just Transition Fund (JTF) 2021–2027 verfügt NRW zudem bereits über ein breites Förderangebot mit Landes- und EU-Mitteln für Innovations- und Transformationsvorhaben, das in der neuen Förderperiode ab 2028 noch stärker auf die strategischen Prioritäten und Bedarfe in NRW ausgerichtet wird. Der neue mehrjährige Finanzrahmen 2028-2034 der EU bildet hierfür die strategische Klammer. Die Förderung von Innovationen soll dabei einen Schwerpunkt auf dem Weg zu einer wettbewerbsfähigeren EU darstellen. Innerhalb dieses Rahmens gewinnen insbesondere Programme und Instrumente wie Horizon Europe, der European Innovation Council (EIC), der European Competitiveness Fund (ECF) sowie Nationale und Regionale Partnerschaftspläne (NRPP) zunehmend an Bedeutung. Die Landesregierung stellt dabei die Anschlussfähigkeit des Innovationsökosystems an europäische Finanzierungs-, Innovations- und Wachstumspfade sicher und wird geeignete Maßnahmen ergreifen, um Innovationsakteure und strategische Vorhaben aus NRW frühzeitig in europäische Entwicklungs- und Skalierungsprozesse einzubinden.

NRW ermöglicht Investitionen in strategische Forschungs-, Technologie- und Innovationsinfrastrukturen

NRW investiert gezielt in strategische Forschungs-, Technologie- und Innovationsinfrastrukturen, die für wissenschaftliche Exzellenz, technologische Erneuerung und industrielle Wettbewerbsfähigkeit des Landes entscheidend sind. In einem dicht vernetzten Wissenschafts- und Wirtschaftsraum wie NRW braucht Innovation belastbare Infrastrukturen – von Forschungsinfrastrukturen für Spitzenforschung über gemeinsam nutzbare Technologieplattformen bis hin zu Pilot-, Test- und Entwicklungsumgebungen, die Forschung und Anwendung bereits in frühen Phasen im Sinne ko-kreativer Entwicklungsprozesse enger zusammenbringen. Gerade dort, wo Zukunftsfähigkeit auf

wissenschaftlicher Tiefe und technologischer Anschlussfähigkeit beruht, setzt NRW einen klaren investiven Schwerpunkt.

Diese Infrastrukturen sind für NRW von besonderer Bedeutung, weil hier leistungsfähige Hochschulen, außeruniversitäre Forschung, industrielle Anwendungsstärke und regionale Transformationsbedarfe eng zusammentreffen. NRW investiert deshalb in Infrastrukturen, die offen nutzbar, langfristig wirksam und für Forschung wie Anwendung anschlussfähig sind. Dazu gehören physische ebenso wie digitale Infrastrukturen, sofern sie einen klaren Beitrag zur Innovationsfähigkeit des Standorts leisten. Ziel ist eine Infrastrukturpolitik, die Forschung stärkt, Entwicklungsprozesse beschleunigt und Unternehmen wie Wissenschaft tragfähige Bedingungen für Innovation bietet.

NRW baut dabei auf bestehende Initiativen und Förderlinien auf. Mit dem Förderaufruf Forschungsinfrastrukturen.NRW im Rahmen des EFRE/JTF-Programms verfügt die Landesregierung gegenwärtig über einen Ansatz, auf dessen Basis auch zukünftig strategische wissenschaftliche Infrastrukturen weiterentwickelt werden können. Auch die weiteren investiven Bausteine des bisherigen EFRE/JTF-Programms NRW sowie der NRW-Plan bieten Anknüpfungspunkte, um auch in zukünftigen Programmen Forschungs-, Entwicklungs- und Erprobungsinfrastrukturen systematisch auf die Bedarfe von Innovationsvorhaben auszurichten. Künftig kommt es darauf an, diese Investitionen gezielt mit technologischen Prioritäten, Transferfähigkeit und industrieller Modernisierung zu verzahnen.

Mit dem Datenportal Open.NRW stärkt die Landesregierung zudem die Grundlagen für offene und leistungsfähige datenbezogene Infrastrukturen, die für Forschung, Entwicklung und datengetriebene Innovation zunehmend an Bedeutung gewinnen. Datenräume sind für die technologieintensiven und vernetzten Zukunftsthemen in NRW von großer Bedeutung.

NRW investiert in Talente, Innovationskompetenz und Entrepreneurship

NRW stärkt im Handlungsfeld Investieren auch die personellen und unternehmerischen Voraussetzungen von Innovation. Fachkräfte, Innovationskompetenz und Unternehmertum sind für ein Bundesland wie NRW mit starker Wissenschaftsbasis, industriellen Leitmärkten und vielfältigen Mittelstandsstrukturen ein zentrales Investitionsfeld. NRW investiert deshalb gezielt in Talententwicklung, technologiebezogene Kompetenzen, unternehmerische Initiative und Umsetzungsfähigkeit.

Im Zentrum stehen die engere Verzahnung von Bildung, Wissenschaft und Wirtschaft, die technologiebezogene Aus- und Weiterbildung, die Stärkung von Entrepreneurship- und Transferkompetenzen sowie die Gewinnung und Bindung qualifizierter Fachkräfte. In diesem Zusammenhang setzt NRW auch darauf, weitere Fachkräftepotenziale für Innovation zu mobilisieren. Dazu sollen die Rahmenbedingungen für eine breite Teilhabe an MINT[83]-Ausbildung, Forschung, Gründung, Entrepreneurship sowie technologie- und innovationsorientierten Berufsfeldern berücksichtigt und weiterentwickelt werden. Das übergeordnete Ziel ist es, die vorhandenen Talente und Kompetenzen in ihrer Breite für Innovationsprozesse nutzbar zu machen und dem Fachkräftemangel in zentralen Zukunfts- und Technologiefeldern entgegenzuwirken.

Die nordrhein-westfälische Innovationspolitik setzt dabei nicht erst in Unternehmen an, sondern bereits bei einem innovationsfördernden Bildungssystem, das Anpassungsfähigkeit, Entrepreneurship sowie digitale und KI-bezogene Kompetenzen stärkt. Zugleich fördert sie Innovations- und Problemlösungskompetenzen, eine konstruktive Fehler- und Lernkultur sowie selbstverantwortliches und eigenständiges Denken und Handeln als zentrale Voraussetzungen für Innovationsfähigkeit und gesellschaftliche Transformationsprozesse. Zudem leistet die Förderung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) einen Beitrag zur Vermittlung von Zukunfts- und Nachhaltigkeitskompetenzen. Auf diese Weise können Fachkräfte sind Kompetenzen erwerben und weiterentwickeln, die für Innovationsprozesse und die Zukunftsfähigkeit des Standorts NRW von Bedeutung sind.

Die Landesregierung setzt sich für innovationsfreundliche Arbeitsmarktreformen und Rahmenbedingungen ein, die berufliche Mobilität erleichtern, flexiblere Übergänge zwischen Beschäftigung an Hochschulen und unternehmerischer Tätigkeit ermöglichen und die unternehmerischen Kosten des Scheiterns von Innovationsaktivitäten reduzieren. Hierzu zählen insbesondere angepasste Regelungen im Bereich des Kündigungsschutzes und der Abfindungssystematik für hochqualifizierte und hochbezahlte Fachkräfte, die typischerweise in innovations- und technologieintensiven Bereichen eingesetzt werden. Die bestehenden sozialen Schutzmechanismen für Beschäftigte, die in besonderem Maße auf ein verlässliches Sozialsystem angewiesen sind, bleiben hiervon unberührt. Ziel ist es, Restrukturierungs- und Anpassungsprozesse in innovationsintensiven Unternehmen zu erleichtern, die Mobilität von Fachkräften und Kompetenzen zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und neuen Technologiefeldern zu erhöhen sowie Innovationshemmnisse bei der Reallokation von Wissen und Personal abzubauen. Gleichzeitig kann eine höhere Durchlässigkeit des Arbeitsmarktes dazu beitragen, vorhandene Fachkräftepotenziale effizienter zu nutzen und dem Fachkräftemangel in zentralen Zukunfts- und Technologiefeldern entgegenzuwirken.

Darüber hinaus setzt NRW auf unterschiedliche Ansätze zur Entwicklung von Talenten und unternehmerischer Initiative voran. Die Maßnahmen der Landesregierung zur Sicherung der Fachkräftebasis in zentralen Transformations- und Innovationsfeldern berücksichtigen sowohl inländische als auch ausländische Potenziale. Die internationale Fachkräfteagentur FAI.NRW schafft Anknüpfungspunkte, um die koordinierte Anwerbung und Integration internationaler Fachkräfte mit den Zukunftsthemen des Landes zu verbinden. Das Weiterbildungsportal NRW verbessert zudem die Sichtbarkeit und Zugänglichkeit von Qualifizierungsangeboten und unterstützt innovationsrelevante Kompetenzentwicklung. Um qualifiziertes Humankapital langfristig zu sichern, sollen auch Möglichkeiten in den Blick genommen werden, Studierende und Auszubildende frühzeitig an den regionalen Arbeitsmarkt zu binden. Dazu gehören insbesondere attraktive Karriereperspektiven und Kooperationen zwischen Hochschulen und Unternehmen.

Hinzu kommen unter anderem Instrumente wie MID-Assistent/in und das Gründungsstipendium.NRW, die den Einsatz innovationsbezogenen Personals und Entrepreneurship direkt stärken. Künftig kommt es darauf an, diese Ansätze

konsequent mit Innovationsförderung, Gründungsdynamik und Zukunftstechnologien zu verzahnen. So investiert NRW nicht nur in Projekte und Infrastrukturen, sondern in die Menschen, Kompetenzen und Gründungen, die Innovationskraft im Land dauerhaft tragen.

5.2 Vernetzen – Kooperationen stärken

Gerade in einem Land wie NRW mit seiner breiten Wissenschafts- und Unternehmenslandschaft, starken Regionen und vielfältigen Zukunftsthemen entsteht Innovationsfähigkeit dort, wo unterschiedliche Akteure, Kompetenzen, Ressourcen und Infrastrukturen wirksam miteinander verknüpft werden. Wertschöpfung entsteht dabei zunehmend arbeitsteilig, spezialisiert, dezentral, in vernetzten Innovations- und Wertschöpfungsräumen, in den Regionen des Landes aber gerade auch über regionale und nationale Grenzen hinweg. NRW ist Teil des größten urban-industriellen Ballungsraums Europas und verfügt über enge Verflechtungen mit benachbarten Innovations- und Technologieräumen. Die Landesregierung setzt bei ihren Vernetzungsansätzen deshalb auf strategische Themenfelder, regionale Schwerpunkte, starke Innovationsallianzen sowie anschlussfähige Kooperationsräume und Entwicklungszentren aus – innerhalb des Landes ebenso wie über Grenzen und Programmebenen hinweg. Ziel ist es, die Rolle NRWs als Knotenpunkt in europäischen Schlüsseltechnologien und Zukunftsthemen zu unterstützen und Innovations- wie Skalierungspotenziale überregional zu erschließen.

NRW stärkt sektorübergreifende Kooperationen, Cluster und regionale strategische Knotenpunkte

Wirksame Vernetzung entsteht dort, wo Wissenschaft und Wirtschaft gezielt, vertrauensvoll und anwendungsnah zusammenarbeiten. Über 30 landesweit aktive Cluster sowie weitere regionale Cluster, Innovationsnetzwerke und Kompetenzzentren bilden in NRW wichtige Säulen des Innovationsökosystems.[84] Mit ihnen bringt NRW Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft sowie Verwaltung und Politik für Innovationen zusammen. Methodische Kompetenzen und thematische Expertise werden gebündelt und erhöhen die Entwicklungsqualität und -quantität von marktfähigen Innovationen. Mit der ClusterAllianz.NRW ist in NRW bereits eine eigenständige cluster- und netzwerkübergreifende Governance-Struktur etabliert, das landesweit aktive Cluster und Kompetenzzentren strategisch zusammenbringt und wichtige Impulse für die Weiterentwicklung der Clusterpolitik setzt. NRW zielt darauf ab, die Kompetenzen und Erfahrungen dieser etablierten Strukturen auf gemeinsame Zukunftsthemen auszurichten, um diese zu mittel- bis langfristigen Wertschöpfungspfaden aufzubauen. Dafür entwickelt die Landesregierung ihre Cluster- und Netzwerkpolitik weiter, erarbeitet einen aktuellen übergeordneten strategischen Rahmen, der auf klar funktionsbezogene Rollen im Innovationsökosystem, eine wirkungs- und bedarfsorientierte Förderung mit klaren Key Performance Indicators (KPIs) sowie eine enge clusterübergreifende Zusammenarbeit setzt. Zugleich fordert und fördert die Landesregierung die Diversifizierung der Finanzierung von Clustern und Netzwerken mit dem Ziel, die Abhängigkeit von öffentlichen Mitteln zu reduzieren.

Eine leistungsfähige Vernetzungsarchitektur braucht zugleich eine klare Arbeitsteilung zwischen der lokalen, regionalen und landesweiten Ebene. Kommunale und regionale Akteure sichern Nähe, Vertrauen und Erstzugang zu Unternehmen. Mit ihren unterschiedlichen Spezialisierungsprofilen spielen deshalb die Regionen in NRW eine prägende Rolle an der Schnittstelle zwischen Innovationspolitik und regionaler Entwicklung. In die regionale Kooperationslandschaft bringen sich neben dem Verbund der Regionalentwicklungsorganisationen in NRW, regionen.NRW, ebenso kommunale Wirtschaftsförderungen, Kammern, Hochschul- und Wissenschaftseinrichtungen, Transfer- und Clusterorganisationen sowie technologie- und transformationsorientierte Intermediäre ein. Sie übernehmen vor Ort wichtige Multiplikations-, Beratungs- und Koordinierungsfunktionen für Unternehmen und unterstützen zusätzlich den Wissenstransfer, die Diffusion neuer Technologien in die breite wirtschaftliche Anwendung und die Entwicklung kooperativer Innovationsprozesse. Die Landesregierung sieht in der Weiterentwicklung dieser kooperativen Strukturen dieser Akteure und ihrem Zusammenspiel mit landesweiten Plattformen und Initiativen einen wichtigen Ansatzpunkt.

NRW setzt auf Vernetzung über Landesgrenzen hinaus

NRW setzt auf seine Vernetzung über Regionen, Landesgrenzen und Programmebenen hinweg gezielt aus. Als Teil des größten urban-industriellen Ballungsraums Europas und als eng verflochtener Wirtschafts-, Wissenschafts- und Innovationsstandort verfügt NRW über besondere Voraussetzungen, komplementäre Stärken überregional zu verbinden. Im Mittelpunkt stehen der Zugang zu Wissen, Ressourcen, Partnern und Märkten sowie die Einbindung nordrhein-westfälischer Akteure in europäische Innovationsnetzwerke, Förderzusammenhänge und Wertschöpfungsketten.

Besonders in strategischen Zukunftsthemen und Technologien sind für NRW resiliente Innovationsräume von Bedeutung, in denen Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Intermediäre und öffentliche Akteure gemeinsam forschen, entwickeln und Innovationen in Wertschöpfung übersetzen. Die spezialisierten Regionen des Landes und die engen Verflechtungen mit den Niederlanden, Belgien und weiteren europäischen Partnern bilden dafür wichtige Ausgangspunkte. So kann Vernetzung dazu beitragen, die Sichtbarkeit des Standorts in Zukunftsthemen zu erhöhen und zusätzliche Mittel, Partner und Entwicklungsräume für NRW zu erschließen.

Mit dem NRW-Knoten des Enterprise Europe Network (EEN) gibt es in NRW bereits eine etablierte Plattform zur internationalen Partnersuche und zur Überführung von Ideen in Förderprojekte. Programme wie Interreg Deutschland-Nederland und Interreg Maas-Rhein bieten bereits Anknüpfungspunkte für gut erprobte grenzüberschreitende Innovationszusammenarbeit und bauen die strategischen Makroregionen im Umfeld NRWs aus. Mit TECH.LAND bestehen gegenwärtig zudem gezielte Ansätze, mit denen NRW zukunftsweisende technologieorientierte Kooperationen mit den Niederlanden vertieft. Über die benachbarten Regionen hinaus gilt es, auch weitere Instrumente wie die Interregional Innovation Investments (I3), Eurocluster oder zukünftige europäische Instrumente zu nutzen. Dazu zählt insbesondere der im European

Competitiveness Fund angekündigte „Value Chain Builder“, der den Aufbau neuer europäischer Wertschöpfungsketten in strategischen Bereichen wie Clean Tech, Biotechnologie, Bioökonomie, Digitalisierung, Resilienz und Verteidigung unterstützen soll. Zudem nutzt NRW mit seiner Mitgliedschaft in der Vanguard Initiative sein europaweites Netzwerk von Innovationsregionen, um eigene Stärken gezielt einzubringen, interregionale Pilotprojekte mitzugestalten und die Zusammenarbeit zwischen regionalen Innovationsökosystemen und europäischen Initiativen zu stärken.

Die Landesregierung berücksichtigt bei der Weiterentwicklung des Innovationsökosystems auch die innovationspolitische Bedeutung technologieorientierter Unternehmensansiedlungen. Strategische Investitionen in Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionskapazitäten können die Innovationskraft des Standorts stärken, neue Kooperationsmöglichkeiten schaffen und die Einbindung NRWs in internationale Innovations- und Wertschöpfungsnetzwerke fördern. Mit NRW.Global Business verfügt NRW über eine wichtige Struktur, um die internationale Positionierung des Standorts zu stärken, Investitionen anzubahnen, Märkte zu erschließen und die außenwirtschaftliche Sichtbarkeit NRWs sicherzustellen. Dafür kann NRW auch auf bestehende internationale Abkommen und Innovationspartnerschaften aufbauen, etwa mit Regionen in Japan, Indonesien und den Vereinigten Staaten von Amerika (USA). Diese gilt es zukünftig strategisch weiterzuentwickeln, damit NRW seine Rolle als vernetzter Innovationsstandort in europäischen und internationalen Wertschöpfungsräumen stärkt. Ergänzend werden Messen, Marktplätze und internationale Sichtbarkeitsformate genutzt, um insbesondere kleineren Unternehmen den Zugang zu internationalen Netzwerken zu erleichtern und nordrhein-westfälische Innovationskompetenzen sichtbar zu machen.

5.3 Übersetzen – Wissen anwenden

NRW stärkt im Handlungsfeld Übersetzen die Voraussetzungen dafür, dass aus Forschungsergebnissen, technologischer Entwicklung und konkreten Bedarfen zügig anwendbare Lösungen, marktfähige Produkte und neue Geschäftsmodelle entstehen. Innovationsfähigkeit entscheidet sich auch daran, wie transparent und schnell die Übergänge zwischen Forschung, Erprobung, Verwertung und unternehmerischer Umsetzung gestaltet sind – gerade in NRW mit seiner dichten Forschungslandschaft, starken industriellen Basis, vielfältigen Mittelstandsstrukturen und breiten Anwendungskontexten. Die Landesregierung richtet ihre Instrumente deshalb gezielt auf bedarfsorientierte Transfer- und Validierungspfade sowie auf die unternehmerische Verwertung von Forschung aus.

NRW stärkt bedarfsorientierte Austausch-, Validierungs- und Erprobungsstrukturen

Transferstrukturen werden gezielt so weiterentwickelt, dass wissenschaftliche Kompetenzen, technologische Entwicklungen und konkrete Anwendungsbedarfe schnell und frühzeitig in ko-kreativen Prozessen (Co-Creation) zusammenfinden. NRW verfügt bereits über ein breites Transfersystem aus Transferstellen an Hochschulen, Clustern, Netzwerken,

Kompetenzzentren, Hubs und weiteren Intermediären. Künftig kommt es darauf an, diese Strukturen wirksam auf Anwendung, Validierung und Verwertung auszurichten. Gerade für KMU müssen Transferangebote verständlich, niedrigschwellig und an konkreten Problemlagen orientiert sein.

Transferstellen an Hochschulen und Forschungseinrichtungen bleiben zentrale Zugänge zu wissenschaftlicher Expertise, Technologien und Kooperationspartnern. Mit innovation2business verfügt NRW gegenwärtig über einen etablierten landesweiten Ansatz, um Unternehmen gezielt an wissenschaftliche Partner, Kompetenzen und Verwertungschancen heranzuführen, wovon insbesondere KMU mit begrenzten Innovationsressourcen profitieren. Auch Cluster, Netzwerke und Kompetenzzentren bleiben wichtige Transferakteure, weil sie Bedarfe aus Unternehmen mit wissenschaftlichen Kompetenzen zusammenbringen und die Überführung in anwendungsnahe Innovationsprojekte beschleunigen. Forschungsdienstleistungen gewinnen dabei zusätzlich an Bedeutung, weil sie Unternehmen einen praxisnahen und vergleichsweise niedrigschwelligen Zugang zu wissenschaftlicher Problemlösung eröffnen.

Ein leistungsfähiges Transfersystem umfasst zudem mehr als die technische Entwicklung. NRW berücksichtigt bei der Weiterentwicklung der Transferstrukturen deshalb auch auf Schutzrechte, Standardisierung, regulatorische Anschlussfähigkeit und Verwertungsstrategien aus. Für innovationsaktive Unternehmen, gerade für KMU, sind solche Fragen oft mitentscheidend dafür, ob aus einer Entwicklung tatsächlich eine anwendbare und marktfähige Lösung wird. Dazu gehört auch, Transferleistungen in Wissenschaft und Forschung sichtbarer zu machen. Zugleich sieht NRW in der Mobilität von Beschäftigten zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung einen wichtigen Beitrag dazu, damit Wissen, Anwendungserfahrung und regulatorisches Verständnis schnell zwischen den Sektoren zirkulieren.

Darüber hinaus beschäftigt sich die Landesregierung mit der Frage, wie Transfer- und Verwertungsaktivitäten als wissenschaftliche Leistungsdimension sichtbar gemacht werden können. Kommerzielle Verwertung von Forschungsergebnissen, Kooperationen mit Praxispartnern, Gründungsaktivitäten sowie Beiträge zu anwendungsnahen Innovationsprozessen sollten stärker in akademischen Karrierewegen, Berufungsverfahren und Leistungsbewertungen berücksichtigt werden. Damit werden Anreize dafür geschaffen, dass Forschende wissenschaftliche Exzellenz und Anwendung stärker zusammendenken.

NRW stärkt wissensbasierte Gründungen und die unternehmerische Verwertung von Forschung

Wissensbasierte Gründungen und Ausgründungen sind für NRW ein zentraler Weg, um Forschungsergebnisse, technologische Entwicklungen und neue Ideen in unternehmerische Anwendung zu überführen. NRW stärkt deshalb gezielt die Strukturen, Instrumente und Kompetenzen, mit denen aus wissenschaftlichem Wissen neue Unternehmen, Produkte und Geschäftsmodelle entstehen können. Dabei geht es nicht nur um klassische Gründungsförderung, sondern um die gezielte unternehmerische Verwertung von Wissen.

NRW kann dabei auf ein leistungsfähiges Gründungs- und Transferökosystem aufbauen. Mit Start-up Transfer.NRW werden Gründungsvorhaben aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen frühzeitig bei Validierung, Prototypenentwicklung und Gründungsvorbereitung unterstützt. Zudem verankern Instrumente wie die Programme Exzellenz Start-up Center.NRW und Start-up Center.NRW Gründungsunterstützung systematisch in Hochschulen, Forschung und Transfer. Künftig kommt es darauf an, diese vielfältigen Unterstützungsstrukturen des Gründungs- und Transferökosystems nutzer- und wirkungsorientiert zu bündeln.

Ergänzend investiert NRW gezielt in die frühe unternehmerische Umsetzung von Innovationen und stärkt hierfür tragfähige Finanzierungs- und Unterstützungspfade. Die NRW.BANK stellt unter anderem mit ihren Förder-, Kredit-, Beteiligungs- und Beratungsangeboten einen wichtigen Baustein des nordrhein-westfälischen Gründungsökosystems dar und adressiert insbesondere die Bedarfe von Gründenden und Start-ups in frühen Entwicklungsphasen. Dazu zählen sowohl Fremdkapitalangebote für Gründung und Wachstum als auch eigenkapitalnahe und beteiligungsorientierte Instrumente für junge innovative Unternehmen. Spezialisierte Angebote wie das NRW.BANK.Venture Center ergänzen dies durch gezielte Beratung und Vernetzung, insbesondere für technologie- und wissensbasierte Gründungen aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Künftig kommt es darauf an, diese Angebote konsequent entlang der Bedarfe wissensbasierter und technologieintensiver Gründungen zu verzahnen und die Übergänge zwischen Transfer-, Gründungs- und Verwertungspfaden robust zu gestalten. Dafür gilt es, private und öffentliche Finanzierungsakteure auch stärker mit thematischer und methodischer Expertise, wie zum Beispiel in Clustern, zu verzahnen.

Ein besonderer Hebel liegt im IP-Transfer und in der Verwertung von Forschungsergebnissen. Transferstellen und spezialisierte Einrichtungen sowie die Fördermaßnahme NRW-Patent-Validierung unterstützen bereits heute bei Schutzrechten, Lizenzierung, Beteiligungsfragen und Ausgründungsprozessen. Aufbauend darauf sieht NRW in geeigneten strukturellen Rahmenbedingungen im Wissenschaftssystem einen wichtigen Beitrag, um Transfer als dritte Säule neben Forschung und Lehre zu verankern. beschäftigt sich die Landesregierung mit geeigneten Maßnahmen. Dazu gehören transparente und einheitliche Regelungen für Schutzrechte, Lizenzierung und Beteiligungsmodelle sowie die gezielte Weiterentwicklung von Rahmenbedingungen für Ausgründungen, etwa durch angepasste Shareholder- und Beteiligungsregelungen von Hochschulen und die Reduzierung administrativer und rechtlicher Hürden. Mit ihrer länderübergreifenden Initiative zur Beschleunigung von Gründungsverfahren setzt die Landesregierung zudem darauf, administrative Prozesse zu vereinfachen und Gründungen schneller in unternehmerische Umsetzung zu bringen. Ziel ist es dabei auch, Forschende, Gründungsteams und Unternehmen frühzeitig in die Lage zu versetzen, tragfähige Verwertungsstrategien zu entwickeln und diese effizient umzusetzen. So stärkt NRW einen Verwertungspfad, der wissenschaftliche Exzellenz nicht nur sichtbar macht, sondern gezielt in neue Unternehmen, neue Produkte und neue Wertschöpfung übersetzt.

Flankierend werden die unternehmerischen Kompetenzen entlang der

gesamten Übersetzungskette berücksichtigt. Unternehmertum, Verwertungswissen, Marktorientierung und die Fähigkeit, aus wissenschaftlichen Ergebnissen tragfähige Geschäftsmodelle zu entwickeln, werden systematischer unterstützt. Ziel ist ein leistungsfähiges System, das Forschungsergebnisse zügig in Anwendung, Gründung und wirtschaftliche Wirkung überführt.

5.4 Skalieren – Innovation in Wachstum überführen

NRW stärkt im Handlungsfeld Skalieren die Voraussetzungen dafür, dass erfolgreiche Innovationen zügig in wirtschaftliche Wirkung übergehen. Die Zukunftsfähigkeit eines innovationsstarken Industrielands wie NRW hängt nicht allein von der Entwicklung neuer Technologien, Produkte und Verfahren ab, sondern ebenso davon, wie erfolgreich diese in Märkte, industrielle Wertschöpfung und breite Anwendung gelangen. Die Landesregierung richtet ihre Instrumente deshalb gezielt auf Wachstum, Marktdurchdringung und Diffusion aus und stärkt so die Voraussetzungen dafür, dass Innovationen in Märkte überführt, in Wertschöpfungsketten integriert und in großem Maßstab wirksam werden.

NRW stärkt das Wachstum innovativer Geschäftsmodelle und Scale-ups

NRW richtet seine Unterstützung gezielt auf die Phase aus, in der innovative Geschäftsmodelle und Lösungen in unternehmerisches Wachstum überführt werden. Gerade innovative Start-ups, technologieorientierte KMU, wachstumsstarke Mittelständler und Mid-Caps können in NRW eine zentrale Rolle dabei spielen, neue Technologien, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle in wirtschaftliche Anwendung und neue Wertschöpfung zu überführen. Damit viele dieser Unternehmen den Schritt von der marktfähigen Lösung in Expansion, Marktdurchdringung und skalierbare Geschäftsmodelle schaffen, stärkt die Landesregierung mit geeigneten Maßnahmen gezielt belastbare Exzellenz- und Skalierungspfade für innovationsstarke Unternehmen.

Im Mittelpunkt stehen scale-up-orientierte Unterstützungsangebote, anschlussfähige Wachstumspfade und marktnähere Wachstumsfinanzierung. NRW baut dabei auf bestehenden Ansätzen auf und entwickelt sie gezielt weiter. Mit Scale-up.NRW bestehen wichtige Ansatzpunkte, um wachstumsstarke Unternehmen in einer entscheidenden Entwicklungsphase zu begleiten. Die NRW.BANK ergänzt dies durch ein ausgebautes Angebot für Scale-ups, unter anderem mit dem Fond „NRW.Venture EU Tech&Scale“ im Rahmen von InvestEU. In diesem Kontext baut sie ihre Partnerschaft mit dem European Innovation Council (EIC) weiter aus, um innovative Scale-ups aus NRW in Europa zu stärken. Damit stärkt die Landesregierung gezielt die Finanzierung kapitalintensiver Wachstumsphasen und die Einbindung in europäische Investitions- und Innovationspfade. Künftig kommt es darauf an, diese Ansätze konsequent auf innovative und technologiegetriebene Wachstumsunternehmen auszurichten und stärker mit privaten Kapitalgebenden, Beteiligungsmodellen und Co-Investment-Ansätzen zu verzahnen.

NRW stärkt dabei nicht nur die Finanzierung, sondern vor allem die

Wachstumsfähigkeit innovativer Unternehmen. Dazu gehören der Aufbau professioneller Scale-up-Kompetenz, die Stärkung unternehmerischer Managementkapazitäten und die gezielte Unterstützung bei Expansion und Internationalisierung. Gerade für wachstumsstarke KMU und Mid-Caps liegt hier ein strategischer Hebel, weil sie in NRW eine wichtige Rolle für technologische Spezialisierung, industrielle Modernisierung und die Diffusion von Innovationen entlang von Wertschöpfungsketten spielen.

Ergänzend richtet NRW den Blick gezielt auf die Anschlussfähigkeit an Bundes- und EU-Instrumente für Wachstum und Skalierung. Für technologie-, wissens- und Deep-Tech-orientierte Unternehmen sind insbesondere europäische Förder- und Wachstumspfade relevant, die den Übergang von Validierung und marktnaher Entwicklung in größere Märkte unterstützen. Dazu zählt vor allem die Förderkette des EIC mit Pathfinder, Transition, Accelerator und Strategic Technologies for Europe Platform (STEP) Scale Up. Ergänzend eröffnen neue europäische Initiativen wie die EU Startup and Scaleup Strategy sowie perspektivisch der European Competitiveness Fund zusätzliche Ansatzpunkte, um Kapitalzugang, Marktintegration und europäische Skalierungspfade für Unternehmen aus NRW zu stärken. Durch die genannten EU-Programme werden Unternehmen systematischer an anspruchsvolle und kompetitive Bundes- und EU-Förderungen herangeführt, Projektentwicklung und Konsortialbildung unterstützt und kritische Übergänge durch gezielte Begleitung, Kofinanzierung und De-Risking besser abgesichert. Künftig kommt es darauf an, die Übersichtlichkeit der vielfältigen Angebote für die Innovationsakteure in NRW sicherzustellen.

NRW nutzt Nachfrage, Leitmärkte und internationale Märkte als Hebel für Skalierung und Diffusion

NRW nutzt Nachfrage und Marktzugänge gezielt als Hebel, um Innovationen schnell in Anwendung, Wertschöpfung und breite Diffusion zu bringen. Gerade in einem Land mit starker Industrie, leistungsfähigem Mittelstand, großen öffentlichen und institutionellen Anwendenden sowie vielfältigen regionalen Anwendungskontexten liegt ein besonderer Hebel darin, erfolgreichen Lösungen frühzeitig Referenzen, Einsatzräume und größere Marktchancen zu eröffnen. Die Landesregierung richtet ihre Instrumente deshalb darauf aus, Innovationen nicht nur zu fördern, sondern ihre Verbreitung, Einführung und Marktwirkung aktiv zu beschleunigen.

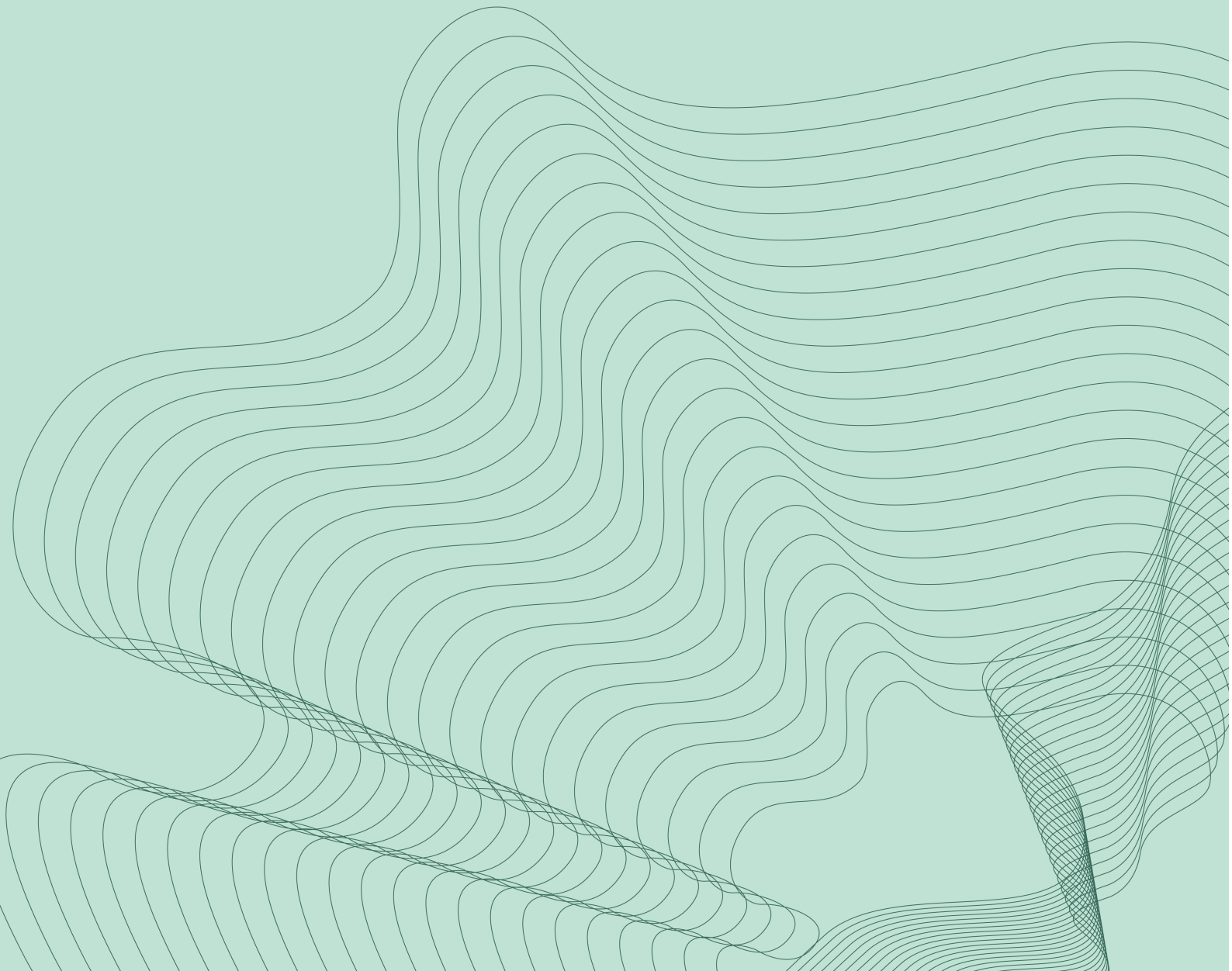
Dafür setzt NRW auf innovative öffentliche Beschaffung, Leitmärkte für nachhaltige und digitale Lösungen sowie anwendungsnahe Einführungsformate. Öffentliche und institutionelle Nachfrage kann gerade jungen und wachsenden Unternehmen erste Referenzen verschaffen, Vertrauen im Markt schaffen und die Diffusion erfolgreicher Lösungen beschleunigen. Hierfür besteht auf Bundesebene mit dem Kompetenzzentrum innovative Beschaffung (KOINNO) bereits ein wichtiger Bezugspunkt, mit dessen Unterstützung auch NRW die innovationsorientierte Beschaffung effizient als Marktzugang nutzen kann. Leitmärkte für klimafreundliche, digitale und technologieintensive Lösungen können so als Skalierungsräume dienen. Zusätzlich können Venture-Clienting-Ansätze mit öffentlichen oder industriellen Ankerkunden sowie Leitmarktanwendungen etwa für klimafreundliche Produktion, digitale Verwaltung oder resiliente Infrastrukturen dazu beitragen, innovative

Lösungen zügig in reale Anwendungskontexte zu bringen.

Zusätzlich schafft die Landesregierung die Voraussetzungen dafür, dass Innovationen breit ausgerollt und in umfangreiche Anwendungssysteme integriert werden können. Dazu gehören Standardisierung, Interoperabilität, Plattformfähigkeit und gemeinsame Implementierungsstrukturen, damit erfolgreiche Lösungen nicht in Einzelprojekten verbleiben, sondern in größeren Märkten, Organisationen und sektorübergreifenden Zusammenhängen wirksam werden. NRW stärkt damit die Fähigkeit des Standorts, aus Pilot- und Referenzanwendungen schneller in die Breite zu kommen und erfolgreiche Lösungen in Serienanwendung, Roll-out und Diffusion zu überführen.

Ein zentraler Hebel für die Skalierung ist zudem die europäische und internationale Markterschließung. Ausländische Märkte sind für viele innovative Unternehmen Voraussetzung für wirtschaftliche Skalierung. Die Landesregierung unterstützt deshalb insbesondere KMU dabei, internationale Marktzugänge frühzeitig in ihre Innovations- und Wachstumsstrategien einzubeziehen. Dafür werden zum Beispiel mit NRW.Global Business außenwirtschaftliche Instrumente, Markterschließungsangebote und innovationspolitische Ansätze enger mit der Innovationsstrategie verknüpft. Bestehende Unterstützungsangebote zur Auslandsexpansion und internationale Sichtbarkeitsformate können dafür gezielt mit innovationspolitischen Zielen verbunden werden. Auf europäischer Ebene bieten neben Horizon Europe insbesondere Instrumente und Initiativen mit klarem Markt- und Wachstumsschwerpunkt zusätzliche Chancen, um Unternehmen aus NRW schnell in größere Märkte zu bringen. Dazu zählen Instrumente, wie der EIC Accelerator, der innovative Unternehmen bei Validierung, Markteintritt und Skalierung unterstützt, sowie der Scaleup Europe Fund, der den Zugang wachstumsstarker europäischer Technologieunternehmen zu großvolumigem privatem Kapital für internationale Expansion und weiteres Wachstum verbessern soll. So stärkt NRW nicht nur das Wachstum einzelner Unternehmen, sondern auch die Fähigkeit des Standorts, Innovationen in großem Maßstab wirksam werden zu lassen. Künftig kommt es darauf an, die Angebotsvielfalt klar und transparent darzustellen.

6 GOVERNANCE UND PROZESSBETEILIGUNG



6 Governance und Prozessbeteiligung

Die Innovationsstrategie gibt Nordrhein-Westfalen (NRW) eine klare innovationspolitische Richtung für die Jahre 2028 bis 2034. Die definierten Zukunftsthemen bilden dabei einen gemeinsamen Orientierungsrahmen für die ressortübergreifende Zusammenarbeit, die Weiterentwicklung der Instrumente und die Umsetzung der Strategie.

Die Governance der Innovationsstrategie knüpft an die bestehenden Strukturen an und entwickelt diese gezielt weiter. Die Landesregierung legt die Governance der Strategie so an, dass ressortübergreifende Koordination, die Einbindung des Innovationsökosystems und eine wirkungsorientierte Weiterentwicklung der Strategie auf Basis gemeinsamer Erkenntnisse eng ineinandergreifen (siehe nachfolgende Abbildung).

Dafür wird die Umsetzung als fortlaufender Prozess organisiert: mit klarer Verantwortung im Land, mit geeigneten Beteiligungs- und Entscheidungsmechanismen zwischen Politik, Verwaltung und Innovationsakteuren sowie einer Informationsbasis, die Entwicklungen, Fortschritte, neue Chancen und möglichen Anpassungsbedarf sichtbar macht. So können Erfahrungen aus der Umsetzung aufgegriffen, eingeordnet und für die Weiterentwicklung der Strategie nutzbar gemacht werden.

Die Vision, Ziele und Zukunftsthemen der Innovationsstrategie werden in kontinuierlichen und zielgerichteten Beteiligungs- und Erarbeitungsprozessen mit den Innovationsakteuren – dem NRW Innovation Roadmapping – verfolgt.

Abbildung 3: Governance-, Umsetzungs-, Monitoring- und Evaluierungsstruktur (M&E) der Innovationsstrategie (Quelle: Eigene Abbildung)

Über die darin erarbeiteten Roadmaps wird die Strategie schrittweise in Förderinstrumente, Reformen und Umsetzungspartnerschaften zwischen Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Intermediären überführt.

6.1 Strategisch steuern & koordinieren

NRW bündelt die Koordinierung der Strategie und begleitet sie wissenschaftlich sowie serviceorientiert

Die Koordination der Strategie läuft im Wirtschaftsministerium im Referat für Grundsatzfragen der Innovationspolitik zusammen. Das Referat übernimmt als zentrale Koordinierungsstelle „Innovationsstrategie“ die fachlich-operative Vorbereitung der Strategieumsetzung. Sie führt die für die Strategie relevanten Informationen zusammen, bereitet Entscheidungen und Sitzungen des Ressortkreises „Innovationsstrategie“ vor, koordiniert Monitoring und Evaluierung sowie die Beteiligung des Innovationsökosystems.

Die Zukunftsthemen der Strategie gehen über Ressortgrenzen hinaus. Sie betreffen unter anderem Innovations-, Industrie-, Wissenschafts-, Arbeitsmarkt-, Digitalisierungs-, Umwelt-, Verkehrs-, Struktur-, Europa-, Regional- und Kommunalpolitik zugleich. Deshalb besitzt die zentrale Koordinierungsstelle „Innovationsstrategie“ eine Schlüsselfunktion, indem sie Ziele, Zukunftsthemen, Handlungsfelder und Instrumente sowie deren potenziellen Weiterentwicklungserfordernisse im Blick hält. Zudem strukturiert sie die Kommunikation und sorgt für transparente Prozesse zwischen den Ressorts.

An der Seite der zentralen Koordinierungsstelle „Innovationsstrategie“ bildet das vom Wirtschaftsministerium koordinierte Kompetenzzentrum NRW.innovativ die wissenschaftliche Service- und Strategieplattform an der Schnittstelle zwischen Land und Innovationsökosystem. Sie begleitet die zentrale Koordinierungsstelle „Innovationsstrategie“ wissenschaftlich, methodisch und kommunikativ, erarbeitet Analysen und Berichte im Rahmen von Monitoring und Evaluierung, begleitet Roadmapping sowie Foresight mit den Innovationsakteuren und verdichtet Impulse aus dem Innovationsökosystem zur Orchestrierung des Innovationsökosystems sowie für die Weiterentwicklung der Strategie.

Mit dem Ressortkreis „Innovationsstrategie“ wird ressortübergreifend zusammengearbeitet und eine kohärente Governance zwischen Land, Bund und EU gestärkt

Die interministerielle Zusammenarbeit in NRW erfolgt über den Ressortkreis „Innovationsstrategie“. In regelmäßigen Arbeitstreffen werden die fachlichen Beiträge, Umsetzungsideen und Perspektiven der operativen Ebene aus den Ressorts eingebracht, abgestimmt und harmonisiert. Der Ressortkreis „Innovationsstrategie“ konsolidiert Entscheidungsgrundlagen und Abstimmungsfragen der Strategieumsetzung für die politischen Leitungen, um tragfähige und geeinte Entscheidungen über Ressortgrenzen hinweg zu realisieren. Zugleich schafft er einen kontinuierlichen Kommunikationskanal zur Strategiekoordination im fachpolitischen Querschnitt.

Für die Umsetzung der Innovationsstrategie stärkt der Ressortkreis „Innovationsstrategie“ die Kohärenz zwischen

innovationspolitischen Zielen, Zukunftsthemen und Umsetzungsaktivitäten. Er begleitet die Weiterentwicklung von Handlungsfeldern und Instrumenten und stellt sicher, dass Erkenntnisse aus Roadmapping, Monitoring, Evaluierung und Beteiligung ressort- und ebenenübergreifend bewertet werden.

Darüber hinaus verankert die Landesregierung die Abstimmung mit Bund, EU und relevanten interregionalen Kooperationsräumen als wichtigen Bestandteil in der Governance. Die Abstimmung mit diesen Ebenen erfolgt dabei dezentral über die jeweils zuständigen Ressorts, Fachreferate und programmspezifischen Arbeitsgruppen. Diese werden eng mit dem Ressortkreis „Innovationsstrategie“ verknüpft, sodass Impulse proaktiv ausgetauscht und Ideen gemeinsam entwickelt werden. Damit schafft NRW Transparenz, strategische Kohärenz und sorgt dafür, dass ebenenübergreifende Synergien in einem ressortübergreifenden Zusammenhang gedacht werden. Durch diese enge Verzahnung zwischen dem Ressortkreis „Innovationsstrategie“ und dezentralen Funktionsverantwortlichen können Zukunftsthemen, Entwicklungsziele und Investitionsbedarfe aus der Strategie frühzeitig in relevante nationale, europäische und grenzüberschreitende Prozesse, Programme und Förderarchitekturen eingebracht und die Umsetzungskraft der Innovationsstrategie in NRW erhöht werden.

6.2 Zukunft operationalisieren

Die Landesregierung etabliert Roadmapping mit dem Innovationsökosystem als gemeinsamen Prozess für Umsetzung und Weiterentwicklung der Strategie

Die Zukunftsthemen reichen in NRW in dichte Forschungslandschaften, regionale Spezialisierungen, Cluster- und Netzwerkstrukturen, Industrie- und Dienstleistungsmärkte sowie europäische Kooperationsräume hinein. Um einen starken Wirkhebel für die Zukunftsthemen und Handlungsfelder der Innovationsstrategie zu entfalten, setzt die Landesregierung auf die Einbindung des Innovationsökosystems. Zu diesem Zweck etabliert sie für jedes Zukunftsthema ein Roadmapping als kontinuierlichen Beteiligungsprozess der Strategie.

Im Roadmapping bringen Unternehmen, Start-ups, Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Verwaltung, Cluster, Regionen, Wirtschaftsförderungen, Kammern, Intermediäre und weitere innovationsrelevante Akteure ihre Perspektiven, Beiträge und Ideen zu neuen Chancen, programmatischen Ansätzen, Reformbedarfen und Investitionsmöglichkeiten systematisch in die Umsetzung der Zukunftsthemen ein. Das Roadmapping greift den kontinuierlichen Beteiligungsprozess in einer strukturierenden und umsetzungsorientierten Form auf und bringt die Akteure periodisch in Review- und Erarbeitungsformaten zusammen. Es dient zum einen dazu, Chancen und Potenziale für Innovationen in NRW kontinuierlich zu identifizieren und sichtbar zu machen, und zum anderen dazu, Prioritäten zu vertiefen und Umsetzungspläne der Strategie zu erarbeiten.

Die daraus resultierenden NRW Innovation Roadmaps halten fest, welche Entwicklungsrichtungen in den Zukunftsthemen im Vordergrund stehen, welche Meilensteine für die weitere Entwicklung relevant sind und welche Beiträge für eine Umsetzung von Maßnahmen erforderlich sind. Das Roadmapping bildet damit eine dauerhafte Brücke zwischen strategischer Orientierung und konkreter Umsetzung.

Den bestehenden Intermediären und Regionalstrukturen in NRW kommt dabei eine besondere Rolle zu. Die Cluster, Regionen, Wirtschaftsförderungen, Kammern, Netzwerke, Hubs, Kompetenzzentren und weitere innovationspolitische Unterstützungsstrukturen wirken im Roadmapping als fachliche, sektorale und räumliche Multiplikatoren, thematische Verdichter und Brücken in die Innovationspraxis. NRW nutzt diese Strukturen damit gezielt, um die landesweite strategische Steuerung und Umsetzung mit den realen Entwicklungsdynamiken und bestehenden Steuerungs- und Innovationsstrukturen des Ökosystems zu verbinden.

Review und Foresight werden als integrale Bestandteile des Roadmappings verankert

Die Agilität der Innovationsstrategie ist essenziell. Das Roadmapping unterstützt diese. Regelmäßige Review- und Foresight-Prozesse ermöglichen eine Nachjustierung, um Prozesse zu optimieren, auf neue Trends zu reagieren sowie Markt- und Technologiewissen des Innovationsökosystems zu berücksichtigen.

Das Roadmapping in den Zukunftsthemen ist als Lernsystem organisiert und dient der regelmäßigen Überprüfung und Weiterentwicklung der operativen Ausrichtung der Strategie. Ein zentraler Bestandteil ist dabei das Review, in dem Erfahrungen aus der Umsetzung sowie Erkenntnisse aus Monitoring und Evaluierung (siehe 6.3 Wirkung messen & lernen) zusammengeführt werden. Auf diese Weise wird sichtbar, wie sich die Zukunftsthemen entwickeln, welche Fortschritte erreicht werden, welche Umsetzungsbedarfe bestehen und wie Prioritäten, Instrumente und Beiträge der beteiligten Akteure im weiteren Verlauf angepasst werden können.

Mit dem Foresight wird daneben ein eigenständiger und integraler Bestandteil des Roadmappings geschaffen. Dieser verbindet ko-kreative und datenbasierte Methoden, um neue technologische Entwicklungen, Marktveränderungen, aufkommende Wertschöpfungschancen und Trends frühzeitig sichtbar zu machen. Foresight-Analysen werden dabei so aufbereitet, dass sie in den Beteiligungsprozess mit den Innovationsakteuren einfließen und dort gespiegelt, eingeordnet und ergänzt werden können. Auf diese Weise liefert der Foresightprozess Impulse für die Roadmaps, für die operative Nachsteuerung und für die vorausschauende Einordnung neuer strategischer Optionen.

Im Zusammenspiel von Review und Foresight verbinden die NRW Innovation Roadmaps damit zwei entscheidende Richtungen zur Sicherstellung der Agilität der Innovationsstrategie: zum einen die kollaborative Überprüfung von Wirkungen und Umsetzungsbedarfen, zum anderen die vorausschauende Einordnung neuer Entwicklungen und strategischer Optionen.

Die NRW Innovation Roadmaps bilden den gemeinsam erarbeiteten Umsetzungsrahmen der Zukunftsthemen und die Brücke zum Design von Instrumenten

Die NRW Innovation Roadmaps je Zukunftsthema bilden als Ergebnis des Beteiligungsprozesses den operativen Rahmen und sind Planungs- und Orientierungsinstrument für die programmatische Umsetzung der Strategie. Sie werden in regelmäßigen Zyklen über Monitoring und Evaluierung betrachtet und bei Bedarf weiterentwickelt.

Die Roadmaps machen sichtbar, welche prioritären Umsetzungsaufgaben für das jeweilige Zukunftsthema im Vordergrund stehen, welche Beiträge von Ressorts, Fachabteilungen und Innovationsakteuren erforderlich sind, welche Aufgaben sich für Programm- und Reformgestaltung ergeben, welche Investitionen notwendig sind und anhand welcher Meilensteine und geeigneter Indikatoren Entwicklungen und Fortschritte nachvollzogen werden sollen. Auf diese Weise übersetzen sie die Ergebnisse des Roadmappings in handlungsleitende Pläne für die Umsetzung in den Ressorts sowie im Innovationsökosystem. Sie schaffen mit strategisch verankerten operativen Leitlinien eine dauerhafte Brücke zwischen Beteiligung und der Ausgestaltung von Instrumenten, Reformen, Investitionen und Umsetzungspartnerschaften.

NRW denkt Design von Programmen, Reformen und Investitionen für die Zukunftsthemen strategisch zusammen

Auf dieser Grundlage folgt die administrative und programmatische Übersetzung. Programme, Instrumente und Reformen greifen die in den NRW Innovation Roadmaps herausgearbeiteten prioritären Aufgaben auf und überführen sie in kohärente Fördermaßnahmen und -architekturen sowie in die Weiterentwicklung von Verfahren, Zuständigkeiten und Schnittstellen. Maßgeblich ist dabei, wie einzelne Programme auf die Ziele der Innovationsstrategie unterstützen, welche Zukunftsthemen und Handlungsansätze sie adressieren, wie stark sie zur Konzentration auf strategische Prioritäten beitragen und wie sie sich mit anderen Instrumenten zu einer kohärenten Förder- und Umsetzungsarchitektur verbinden lassen. Dazu gehört auch deren Finanzierung und die Berücksichtigung in der mittelfristigen Finanzplanung. Die Landesregierung wird die Umsetzung der Zukunftsthemen über öffentliche und private Finanzierungsquellen sowie Landes-, Bundes- und EU-Instrumente konsequent auf gemeinsame strategische Themen ausrichten und als Wirkhebel für NRW nutzen.

Gerade dort, wo Zukunftsthemen auf kapitalintensive Entwicklung, Infrastrukturausbau, Transfer oder Skalierung angewiesen sind, wird NRW die Verschränkung von Landes-, Bundes- und EU-Instrumenten gezielt nutzen. Das betrifft beispielsweise die Anbindung an Bund-Länder-Roadmaps, Reformen und Unterstützungsinstrumente der Hightech Agenda Deutschland, an künftige Förderung im Rahmen der Nationalen und Regionalen Partnerschaftspläne, an europäische Programme und Partnerschaften sowie an investive Instrumente wie den European Competitiveness Fund.

Im Einzelnen erfolgt die Gestaltung der Instrumente in NRW über bestehende programmspezifische Arbeitskreise und Fachformate. Zu diesen zählen über die genannten Programme hinaus künftig etwa

Arbeitskreise zu Horizon Europe, Interreg, Europäischer Sozialfonds (ESF) und weiteren Programmen. Ihre Aufgabe besteht darin, die Förderarchitekturen, Programme und Maßnahmen mithilfe der Roadmaps auf die Strategie, ihre Zukunftsthemen, Ziele und Handlungsansätze zuzuschneiden und über Programmgrenzen hinweg zur Schaffung von Synergien und zur Vermeidung von Fragmentierung zu verknüpfen. Dabei gewinnen auch die in den Handlungsfeldern angelegten Ansätze an Bedeutung, etwa die bessere Verzahnung von Zuschüssen, Darlehen und Beteiligungsansätzen in enger Zusammenarbeit mit der NRW.BANK oder die Weiterentwicklung und Bündelung von Finanzierungsinstrumenten, um entlang des Innovationsprozesses tragfähige Brücken zu bauen und bestehende Lücken zu schließen. Dazu gehört auch, neue Ansätze für wirkungsorientierte Finanzierung, etwa Financing Not Linked to Costs (FNLC), in NRW zu erproben.

6.3 Wirkung messen & lernen

NRW richtet Monitoring und Evaluierung (M&E) als Steuerungs- und Lerninstrument der Strategie aus

Das M&E-System der Innovationsstrategie macht datenbasiert und empirisch überprüfbar, ob Fortschritte bei den Zukunftsthemen erzielt werden, ob Handlungsansätze und Instrumente zur Zielerreichung beitragen und ihre angestrebten Wirkungen entfalten. Es zeigt, wo Anpassungsbedarfe entstehen und an welchen Stellen neue Chancen oder Hemmnisse für die Umsetzung auftreten. M&E ist damit zentrales Lern- und Steuerungsinstrument, mit dem der Umsetzungserfolg der Innovationsstrategie kontinuierlich überprüft und ihre Weiterentwicklung unterstützt wird.

Gerade weil die Strategie in einem innovationspolitischen Umfeld mit hoher technologischer Dynamik, regional unterschiedlichen Ausgangsbedingungen und verschiedenen Entwicklungsständen der Zukunftsthemen umgesetzt wird, muss M&E über die reine Fortschrittsmessung hinausgehen und auch qualitative Entwicklungen, Kontextbedingungen und neue Erkenntnisse berücksichtigen. Es soll auch die systemischen Bedingungen erfolgreicher Umsetzung sichtbar machen: also aufzeigen, welche Entwicklungsrichtungen sich als tragfähig erweisen, wo Anschlusslücken entstehen und wo Programme, Instrumente, Unterstützungsstrukturen und Finanzierungsphasen besser aufeinander abgestimmt werden sollten.

Meilensteine und Zielgrößen schaffen Grundlage für Monitoring und Nachsteuerung

Die Landesregierung verknüpft das M&E-System mit einer stärker wirkungs- und performance-orientierten Steuerung. Das Monitoring soll so angelegt werden, dass die Umsetzung der Strategie über überprüfbare qualitative und quantitative Meilensteine und Zielgrößen beobachtet und für die Weiterentwicklung der Strategie nutzbar gemacht werden kann.

Auf Basis der NRW Innovation Roadmaps können Entwicklungsziele, Orientierungszeiträume und Indikatoren so hinterlegt werden, dass Fortschritte sichtbar, Abweichungen erkennbar und Entscheidungen zur Nachsteuerung frühzeitig vorbereitet werden können. NRW stärkt damit seine Fähigkeit, strategische Prioritäten,

Instrumente und Strukturen auf Grundlage belastbarer Evidenz weiterzuentwickeln. Dazu gehört auch, Programme, Reformen, geförderte, landeseigene Organisationen und beauftragte Akteure angemessen in das M&E der Strategie einzubeziehen und – wo dies sinnvoll und möglich ist – mit Wirkmodellen und geeigneten Indikatoren zu hinterlegen. Die jeweiligen Anforderungen an Monitoring und Evaluierung orientieren sich dabei an den Zielen, dem Entwicklungsstand und der Logik der jeweiligen Maßnahmen. Dies erhöht zugleich die Anschlussfähigkeit an neue nationale und europäische Ansätze, in denen Meilensteine, Zielgrößen und wirkungsorientiertes Monitoring weiter an Bedeutung gewinnen.

Ein jährliches Monitoring-Dashboard schafft eine gemeinsame Evidenzbasis für Beobachtung, Lernen und Nachsteuerung

Um die Entwicklung der Innovationsstrategie auf einer belastbaren Datengrundlage nachvollziehen zu können, veröffentlicht die Landesregierung ein jährlich aktualisiertes Monitoring-Dashboard. Es macht Entwicklungen und Fortschritte regelmäßig sichtbar und schafft damit eine gemeinsame Basis für die weitere strategische Reflexion und Nachsteuerung. Das Dashboard verbindet standortbezogene innovationsstatistische Indikatoren mit themenspezifischen Indikatoren und verknüpft diese mit den strategischen und operativen Zielen der Strategie und der NRW Innovation Roadmaps.

Das Dashboard macht sichtbar, wie sich der Standort insgesamt entwickelt, wie einzelne Zukunftsthemen vorankommen und an welchen Stellen auf Ebene der NRW Innovation Roadmaps Fortschritte oder Nachsteuerungsbedarfe entstehen. Die Roadmaps bilden dabei zugleich als strukturierender Bezugsrahmen für das Monitoring auf Ebene der Zukunftsthemen.

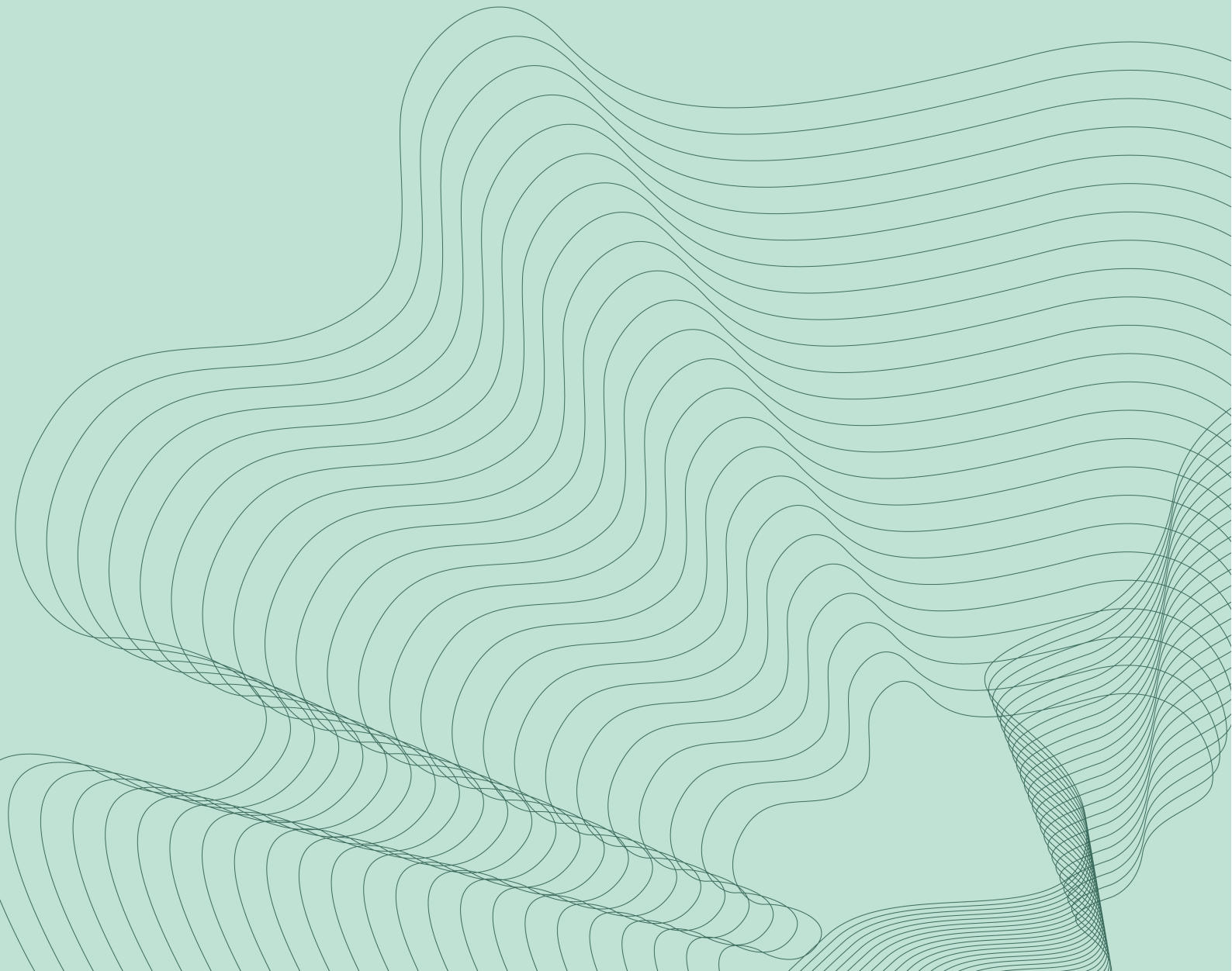
Ein gebündelter M&E-Bericht ordnet Fortschritte, Entwicklungen und Wirkungen ein und zeigt Anpassungsoptionen auf

Ergänzend veröffentlicht die Landesregierung im Zwei- bis Dreijahresrhythmus einen M&E-Bericht, der der Erfassung und Bewertung der Strategieimplementierung sowie ihrer Wirkungen dient. Dieser Bericht verbindet quantitative Zeitreihenanalysen auf Grundlage des Dashboards mit qualitativen Einschätzungen zur Eignung und Wirkung der Instrumente aus dem Roadmapping. Er stellt als integrierter M&E- und Innovationsbericht zudem zentrale Erkenntnisse zum Status quo und zur allgemeinen Entwicklung des Innovationsstandorts NRW dar.

Der Bericht schafft damit eine Grundlage, um Fortschritte bei der Zielerreichung einzuordnen, Optimierungsmöglichkeiten sichtbar zu machen und die Weiterentwicklung der Zukunftsthemen, der NRW Innovation Roadmaps und der Instrumente zu unterstützen. Zugleich informiert er sowohl die Steuerungsgremien als auch das fortlaufende Roadmapping mit den Innovationsakteuren. Gerade dadurch schafft das M&E-System die Voraussetzung, Instrumente über Programmgrenzen hinweg stärker aufeinander zu beziehen, Brüche entlang des Innovationsprozesses sichtbar zu machen und neue Ansätze für eine wirkungsorientierte Finanzierung gezielt zu erproben.

Die Steuerung der M&E-Prozesse innerhalb der Innovationsstrategie übernimmt die zentrale Koordinierungsstelle „Innovationsstrategie“ innerhalb des Wirtschaftsministeriums.

7 METHODISCHE HINWEISE UND NACHWEISE



7 Methodische Hinweise und Nachweise

7.1 Methodische Hinweise

Die in Kapitel 2 dargestellte Bestandsaufnahme hat gezeigt: NRW verfügt über eine außergewöhnliche Breite an wirtschaftlichen, wissenschaftlichen und intermediären Stärken.

Um die Chancen des Wandels bestmöglich zu nutzen und die strategische Fokussierung der Innovationsstrategie empirisch herzuleiten, wurde hierzu das Innovationsprofil Nordrhein-Westfalens im Rahmen einer evidenzbasierten Potenzialanalyse umfassend untersucht. Ziel war es, aus der Breite des Innovationsstandorts jene Potenzialthemen zu identifizieren, in denen NRW besondere Voraussetzungen besitzt, um Innovationen und künftige Wertschöpfung wirksam zu verbinden.

Zu diesem Zweck wurde die Leistungsfähigkeit aller industriellen Ökosysteme anhand sekundärstatistischer Daten zu innovations- und wirtschaftsrelevanten Indikatoren bewertet. Ergänzend wurde analysiert, wie technologische, wirtschaftliche, gesellschaftliche, politische, ökologische und rechtliche Entwicklungen auf die jeweiligen industriellen Ökosysteme einwirken. Hierfür wurden qualitative Informationen und fundiertes Expertenwissen aus dem nordrhein-westfälischen Innovationsökosystem herangezogen.

In die evidenzbasierte Potenzialanalyse flossen auch Erkenntnisse aus dem mehrjährigen Entrepreneurial Discovery Process sowie aus verschiedenen Analysen – darunter der Innovationsbericht, die regionalen Innovationsprofile sowie das Monitoring und die Evaluation der derzeitigen Regionalen Innovationsstrategie des Landes NRW – ein. Die identifizierten Innovationspotenziale wurden in einem Clusterungsprozess gezielt verdichtet, zunächst funktionellen Potenzialthemen zugeordnet und anschließend zu fünf übergeordneten Zukunftsthemen gebündelt.

Auf Basis der Analyseergebnisse wurde in Zukunftsdialogen die strategische Fokussierung der Innovationsstrategie Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft vorgestellt. Dabei erhielten sie die Möglichkeit, ihre fachliche Expertise und ihre Perspektiven in die inhaltliche Ausgestaltung der fünf Zukunftsthemen einzubringen. Auf diese Weise wurden die analytisch identifizierten Potenzialthemen durch zusätzliche praxisnahe Einschätzungen aus dem Innovationsökosystem NRWs ergänzt und weiter geschärft.

Im Ergebnis steht ein ganzheitliches Profil für NRW, das landesspezifische Potenzialthemen herausarbeitet und erfolgsversprechende Weichen für die künftige Entwicklung des Landes identifiziert.

7.2 Abkürzungen

AI	Artificial Intelligence (deutsch: Künstliche Intellligenz)
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
ECF	European Competitiveness Fund (deutsch: Europäischer Wettbewerbsfonds)
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EIC	European Innovation Council der Europäischen Union
ESA	Europäisches Weltraumorganisation
EU	Euroäische Union
HPC	High-Performance Computing
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IT	Informationstechnik
JTF	Just Transition Fund der Europäischen Union
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen aus allen Wirtschaftsbereichen, u.a. aus Industrie, Handwerk, Handel, Dienstleistungen und der Kultur- und Kreativwirtschaft
MWIKE	Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen
NRPP	Nationale und Regionale Partnerschaftspläne der Europäischen Union
NRW	Nordrhein-Westfalen

7.3 Endnoten

[1] NRW.innovativ, Regionale Innovationsprofile geben einen Überblick, Abgerufen am: 03.06.2026

[2] BMFTR, Bundesbericht Forschung und Innovation, 2024; MWIKE NRW, Innovationsbericht 2024, 2025; NRW.innovativ, Cluster Panorama NRW, 2022; NRW.innovativ, Regionen, Abgerufen am: 29.04.2026

[3] Bei den im Folgenden genannten Maßnahmen, Akteuren und Instrumenten handelt es sich um solche, die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Innovationsstrategie bestehen. Veränderungen im Zuge der Weiterentwicklung des Innovationsökosystems bleiben vorbehalten.

[4] Europäische Union, Verordnung (EU) 2021/1173 des Rates, 2021; Europäische Kommission, COM (2020) 67 final, 2020; Europäische Union, Verordnung (EU) 2023/1781, 2023

[5] Prognos AG, Studie zur Leistungsfähigkeit der NRW-Industrie und ihrer Transformation, 2021

[6] IN4climate.NRW, Wettbewerbsfähigkeit und Klimaneutralität: Modelle und Handlungsempfehlungen für die Industrietransformation in Nordrhein-Westfalen, 2025

[7] Advanced Packaging and Heterogeneous Integration for Electronic Components and Systems NRW

[8] Entwicklungspartnerschaft Ionenfallen-Quantencomputer in NRW

[9] Industrielle Ökosysteme bündeln zentrale wirtschaftliche Aktivitäten entlang gemeinsamer Wertschöpfungsketten, beinhalten zugleich die Impulsgeber und Anwender von Innovationen und ermöglichen somit eine sektorübergreifende Betrachtung von Innovationsprozessen. Im Folgenden erfolgt die Systematik der industriellen Ökosysteme auf Grundlage der 14 industriellen Ökosysteme der europäischen Industriestrategie.

[10] Eigene Berechnung basierend auf Daten des AK VGRdL, 2026, Bezugszeitpunkt 2023

[11] Eigene Berechnung basierend auf Daten des AK VGRdL, 2026, sowie auf dem REGINA-Modell und VIEW-Modell der Prognos AG, Bezugszeitraum 2023 bis 2035

[12] Eigene Berechnungen basierend auf Unternehmensregister-Daten des Landesbetriebs Information und Technik NRW, 2026, Bezugszeitraum 2018 bis 2024

[13] Eigene Berechnungen basierend auf Daten der Bundesagentur für Arbeit, 2026, Bezugszeitraum 2018 bis 2025

[14] Bitkom e.V., Rechenzentren in Deutschland, 2025, Bezugszeitpunkt 2025

[15] Vgl. Endnote 10

[16] Eigene Berechnungen basierend auf Daten der Bundesagentur für Arbeit, 2026, Bezugszeitpunkt 2025

[17] VDMA, VDMA Position Paper on Industrial AI, 2026

[18] Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Ernährungswirtschaft Nordrhein-Westfalen 2024, 2024

[19] Logistik.NRW, Zahlen, Daten, Fakten zur Logistik in NRW, Abgerufen am: 29.04.2026

[20] Vgl. Endnote 17

[21] BMBF, Direkte FuE-Projektförderung des Bundes 2020 bis 2022

[22] EIN Quantum NRW, Auf dem Weg zum Quantentechnologieland Nordrhein-Westfalen, 2024

[23] Operational Technology-Netze

[24] NRW.BANK Research, Regionalwirtschaftliche Profile Nordrhein-Westfalen 2024, 2025

[25] Europäische Union, Richtlinie (EU) 2022/2555, 2022; Verordnung (EU) 2024/2847, 2024

[26] Europäische Kommission, JOIN(2024) 10 final, 2024

[27] European Union, Regulation (EU) 2025/2643, 2025

[28] IHK NRW, Impulspapier Wirtschaft und Gesamtverteidigung, 2025

[29] Vgl. Endnote 10

[30] Vgl. Endnote 11

[31] Vgl. Endnote 16

[32] Vgl. Endnote 12

[33] Vgl. Endnote 1

[34] https://www.wirtschaft.nrw/system/files/media/document/file/chancenpapier-raumfahrt_nrw.pdf

[35] Identifizierung erfolgte auf Basis unterschiedlicher Datenbanken: Förderkatalog des Bundes, Bezugszeitraum 2021-2025; der CORDIS-Datenbank, Bezugszeitraum 2021-2025; EFRE/JTF NRW-Datenbank, Bezugszeitraum 2023-2024

[36] Die Zahl stammt aus eigenen Recherchen

[37] Polymerase Chain Reaction

[38] Next-Generation Sequencing

[39] Europäische Kommission, COM (2025) 525, 2025

[40] Bundesministerium für Gesundheit, Gesetz zur Beschleunigung der Digitalisierung des Gesundheitswesens (Digital-Gesetz – DigiG), 2024

[41] Interoperable Schnittstellen im Krankenhaus

[42] Europäische Kommission, COM(2020) 381 final, 2020

[43] Bruttowertschöpfungswachstum in der Gesundheitswirtschaft (2023-2024): +2,2 %

[44] Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW), NRW: Gesundheitswirtschaft wächst 2024 um 2,2 %, Abgerufen am: 20.05.2026

[45] Vgl. Endnote 12

[46] Vgl. Endnote 11

[47] Institut der deutschen Wirtschaft (IW) & Verband der forschenden Pharma-Unternehmen (vfa), Daten und Fakten der Pharmaindustrie in Nordrhein-Westfalen, 2025, Bezugszeitpunkt 2024

[48] Vgl. Endnote 11

[49] Eigene Berechnungen basierend auf Daten des AK VGRdL, 2026, Bezugszeitraum 2021 bis 2023

[50] Vgl. Endnote 11

[51] Eigene Berechnungen basierend auf Daten des AK VGRdL, 2026, Bezugszeitraum 2018 bis 2023; Wachstum Deutschland im selben Zeitraum: +9,5 %

[52] Eigene Berechnungen basierend auf Daten der Bundesagentur für Arbeit, 2026, Bezugszeitraum 2018 bis 2025; Wachstum Deutschland im selben Zeitraum: +0,9 %

[53] Statistisches Bundesamt, Studierende, Studienanfänger im 1. Fachsemester, Absolventen und Personal sowie Betreuungs- und Personalrelationen, 2024, Bezugszeitpunkt 2023

[54] Statistisches Bundesamt, Absolventen nach Bundesländern und Fields of education, 2024, Bezugszeitraum 2020-2023

[55] DFG, Direkte FuE-Projektförderung des Bundes 2020 bis 2022 nach Fördergebieten in Millionen Euro, 2024, Bezugszeitraum 2020-2022

[56] Europäische Kommission, COM (2025) 85 final, 2025

[57] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Carbon Contracts for Difference, 2024

[58] Verband der Chemischen Industrie Nordrhein-Westfalen, Die chemische Industrie in NRW, 2024

[59] Umweltbundesamt, Ressourcennutzung und ihre Folgen, 2021

[60] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, *Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2025*, Datenstand 2024

[61] Vgl. Endnote 10

[62] Vgl. Endnote 16

[63] Eigene Berechnungen basierend auf Unternehmensregister-Daten des Landesbetriebs Information und Technik NRW, 2026, sowie der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, 2026, Bezugszeitraum 2018 bis 2024; Wachstum Deutschland im selben Zeitraum: −1,5 %

[64] IT.NRW, NRW: Stromerzeugung und -einspeisung zum dritten Mal in Folge rückläufig, Abgerufen am: 29.04.2026, Bezugszeitpunkt 2025

[65] Institut der Deutschen Wirtschaft, Vom Anspruch zur Umsetzung, Kreislaufwirtschaft in NRW, 2026, Bezugszeitpunkt 2022

[66] Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW, Mit Potential: Wertschöpfung und Beschäftigung von Unternehmen der Kreislaufwirtschaft, 2026, Bezugszeitpunkt 2024

[67] Boston Consulting Group, Wachstum, Wettbewerbsfähigkeit und Resilienz Chancen der Circular Economy für die deutsche Industrie, 2026

[68] Vgl. Endnote 10

[69] Vgl. Endnote 16

[70] Fichter, K., Neumann, T., Olteanu, Y., Grothey, T. & Block, J., Green Startup Report 2026, 2026

[71] Europäische Kommission, COM(2021) 550 final, 2021

[72] NRW.Global Business und Tigges Rechtsanwälte, Logistics Location North Rhine-Westphalia New opportunities for international transport companies FAQ, 2022

[73] United Nations, Paris Agreement, 2015

[74] International Transport Forum, ITF Transport Outlook 2023, 2023

[75] Vgl. Endnote 19

[76] Vgl. Endnote 10

[77] Vgl. Endnote 16

[78] Vgl. Endnote 10

[79] Vehicle-to-Everything-Kommunikation

[80] Prognos AG, Monitoring- & Evaluation der RIS3 NRW 2021-2027: Dritter Monitoringbericht und Zwischenevaluierung, 2025

[81] Prognos AG & ZEW, Steigerung der Innovationsaktivitäten von KMU in NRW, 2026; Prognos AG , Monitoring- & Evaluation der RIS3 NRW 2021-2027: Dritter Monitoringbericht und Zwischenevaluierung, 2025; NRW.innovativ, Handlungskonzept für einen bedarfsorientierten Wissens- und Technologietransfer NRW – Strukturen, Herausforderungen und Handlungsoptionen, 2023

[82] U.a. Bioökonomie-Strategie NRW, Kreislaufwirtschaftsstrategie NRW, Luftfahrtindustriestrategie NRW, Nachhaltigkeitsstrategie.NRW, Strategie zur Fachkräfteoffensive NRW

[83] Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik

[84] NRW.innovativ, NRWs Innovationskarte, Abgerufen am: 29.04.2026

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIKE)

Tel.: +49 (0) 211/61772-0

Internet: www.wirtschaft.nrw / www.innovation.nrw
E-Mail: poststelle@mwike.nrw.de

Abteilung 3 „Wirtschaftspolitik“
Referat 313 „Innovation“

Bildnachweise

Abbildung 2 / ©NRW.innovativ
Bildmaterial: eigene bzw. lizenzierte Quellen; Einzelnachweise auf Anfrage.

Diese Studie wurde vom Kompetenzzentrum NRW.innovativ im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen erstellt.

MWIKE26-016

Die Publikation ist auf der Homepage des MWIKE unter www.wirtschaft.nrw/broschuerenservice als PDF-Dokument abrufbar.

KI-Disclaimer

Zur Erstellung dieser Studie wurden zur Unterstützung von Recherchen, Analysen/ redaktionellen Arbeiten KI-gestützte Anwendungen oder Tools eingesetzt. Alle KI-generierten Inhalte wurden vor Veröffentlichung durch Mitarbeitende des Kompetenzzentrums NRW.innovativ sorgfältig geprüft und falls nötig angepasst. Die Nutzung erfolgte auf Grundlage unternehmensinterner Standards und Richtlinien, Unabhängig vom Einsatz von KI-Tools liegt die Verantwortung für die Richtigkeit und Rechtskonformität aller veröffentlichten Inhalte beim Kompetenzzentrum NRW.innovativ.

Hinweis

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Nordrhein-Westfalen herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerberinnen und -bewerbern oder Wahlhelferinnen und -helfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.

Dies gilt auch für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen sowie für die Wahl der Mitglieder des Europäischen Parlaments.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung.

Eine Verwendung dieser Druckschrift durch Parteien oder sie unterstützende Organisationen ausschließlich zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder bleibt hiervon unberührt. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin oder dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen
Berger Allee 25, 40213 Düsseldorf

Telefon +49 (0) 211/61772-0
E-Mail: poststelle@mwike.nrw.de