



# Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung



Innovationsradar 2018

Gefördert durch

# Vorwort

Der Standort Nordrhein-Westfalen ist seit Generationen aufgrund seiner hohen Bevölkerungsdichte und Industrialisierung und insbesondere auch der Veränderung der Industriekultur geprägt von Innovation und Fortschritt, von Kreativität und Gründergeist. Dies spiegelt sich besonders durch die Hochschullandschaft und die zahlreichen Forschungsinstitute im Land wider. So ist es nicht verwunderlich, dass zukunfts-trächtige Bereiche wie die Umwelttechnologie hier in NRW die geeignete Infrastruktur finden, die für die Entwicklung von Innovationen eine Grundvoraussetzung ist. So hat sich NRW zu einer der patentstärksten Regionen im Bereich der Umweltwirtschaft entwickelt. Bereits 2014 stammte knapp jedes fünfte bundesweit angemeldete Patent im Bereich der Umweltwirtschaft aus NRW und dieses Potenzial ist noch lange nicht erschöpft. Aus diesem Grund versteht sich das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW (KNUW) als Partner und zentrale Anlaufstelle für Unternehmen, Verbände, Hochschulen, Regionalagenturen und Wirtschaftsförderungen im Bereich der Umweltwirtschaft. Es bietet Orientierung in den verschiedenen Teilmärkten auf regionaler und nationaler Ebene und steht seinen Netzwerkpartnern auf nationalem und internationalem Parkett beratend und unterstützend zur Seite.

Um Innovationen aus NRW, aber auch ganz Deutschland, sichtbar zu machen und hierdurch Unternehmen die Möglichkeit zu geben, neue Ideen und Marktchancen zu finden, erstellt das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW aufgeschlüsselt nach Teilbereichen Innovationsradare. Diese präsentieren jährlich aktuelle Neuerungen, von „Abfall-Kälte“ bis „Unter-Tage-Speicher-Kraftwerk“. Die Publikationen dienen der Vernetzung der Akteure und auch als Nukleus für Veranstaltungen des Kompetenznetzwerks.

Unser vorrangiges Ziel ist es, durch die Innovationsradare umweltrelevante Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in Hochschulen und Unternehmen so früh wie möglich zu identifizieren, das Wissen hierüber dem Markt zur Verfügung zu

stellen oder auch Start Up-Unternehmen mit ihren Innovationen in NRW bei ihrer Entwicklung durch entsprechende Vernetzung zu unterstützen.

Die von uns identifizierten Innovationen stellen aktuell beforschte technische sowie organisatorische Neuerungen bzw. Entwicklungen dar – von der Grundlagenforschung über Demonstrations- und Pilotanlagen bis hin zur Marktreife. Das heißt, dass auch Technologien bzw. Entwicklungen, die sich noch in einem sehr frühen Stadium der Wertschöpfungskette befinden, berücksichtigt und hinsichtlich Marktpotenzial und NRW-Relevanz bewertet werden.

Die Methodik und die Erstellung der Radare sind im Anhang ausführlicher erläutert. Die Innovationen werden durch den Projektpartner des KNUW, das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, ISI, recherchiert, ausgewählt und bewertet. Die Auswahl und Bewertung der Innovationen erfolgt unabhängig und in Eigenverantwortung durch das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW. Die Innovationsradare sind somit ein unabhängiges Produkt des Kompetenznetzwerks Umweltwirtschaft.NRW.

Innovationsförderung, internationale Markterschließung, Kommunikation und Netzwerkarbeit bilden den Kern der Tätigkeit des Kompetenznetzwerks. Unser Ziel ist es, die Identität und Leistungsfähigkeit der Branche in ihrer Gesamtheit zu stärken, verlässliche und stabile Netzwerkstrukturen aufzubauen und damit den Vorsprung Nordrhein-Westfalens als Umweltwirtschaftsland Nr. 1 in Deutschland weiter auszubauen.

Projektleitung  
KNUW

Heinrich Herbst (li),  
Oliver Lühr (re)



## Thema ..... Seite

<b>Schwimm-Windparks</b> .....	<b>4</b>
<b>2-Seiten-Solarzellen</b> .....	<b>4</b>
<b>Tandem-Kollektor</b> .....	<b>4</b>
<b>Abfall-Kälte</b> .....	<b>5</b>
<b>Brennstoffzellen-Biofilm</b> .....	<b>5</b>
<b>Schmaltrassen-Erdkabel</b> .....	<b>5</b>

<b>Stahlschrott-Elektroden</b> .....	<b>6</b>
<b>Lithium-Schwefel-Batterien</b> .....	<b>6</b>
<b>Lignin-Elektrolyte</b> .....	<b>6</b>
<b>Kunststoffbatterien</b> .....	<b>7</b>
<b>Unter-Tage-Speicher-Kraftwerk</b> .....	<b>7</b>
<b>Druckluft-Stromspeicher</b> .....	<b>7</b>

# Energieumwandlung, -transport, -speicherung

Das Innovationsradar des Kompetenznetzwerks Umweltwirtschaft.NRW präsentiert aktuelle Innovationen aus den Jahren 2017 und 2018 einschließlich ihrer Einordnung zu Marktpotenzial und NRW-Relevanz. Das Marktpotenzial ist eine zusammengesetzte Größe, die u.a. auf die Wirtschaftlichkeit, die Marktgröße und die Exportchancen des neuen Verfahrens oder Produktes Bezug nimmt, wogegen für die NRW-Relevanz insbesondere die erforderlichen Kompetenzen bei in NRW ansässigen Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen vorhanden sein müssen. (Weitere Hinweise zur Methodik am Ende dieses Dokumentes.)

Das vorliegende Innovationsradar befasst sich mit erfolgversprechenden Ansätzen im Bereich Energieumwandlung, -transport und -speicherung. In der nachfolgenden Grafik ist

das jeweilige Marktpotenzial auf einer Skala von 0% (kein Potenzial) bis 100% (höchstes Potenzial) von unten nach oben, die NRW-Relevanz von links nach rechts abgebildet. Von besonderem Interesse sind die Innovationen im grün hinterlegten Bereich der Grafik, da hier Marktpotenzial und NRW-Relevanz stark ausgeprägt sind. Im blauen Bereich stellt sich dagegen mindestens einer der beiden Aspekte deutlich schwächer dar, so dass von einer Auswahl abgesehen wurde.

Insgesamt wurden 22 Innovationen im Zeitraum von Anfang 2017 bis April 2018 erfasst und einer Bewertung unterzogen. Die erfolgversprechendsten, in der Abbildung namentlich ausgewiesenen Innovationen  werden im Folgenden genauer beschrieben.

## Innovationsradar 2018



# Energieumwandlung

## 📍 Schwimm-Windparks

Das Potenzial zur Erstellung konventioneller, im Meeresboden gegründeter Offshore-Windparks ist wegen der erforderlichen Wassertiefen und der Verfügbarkeit entsprechender Standorte begrenzt. Schwimmende Windparks eröffnen in diesem Zusammenhang neue Möglichkeiten, da ihr Einsatz nicht durch die Wassertiefe limitiert ist. Bei den Schwimmkörpern der schwimmenden Windkraftanlagen handelt es sich meist um riesige, mehr als hundert Meter lange, aufrechtstehende Zylinder aus Stahl, Kunststoff oder Beton, die durch Ballastwasser oder Seile in dieser Position gehalten werden.

Auch wenn es bisher nur wenige Demonstrationsanlagen gibt, gilt die Technologie als im größeren Maßstab einsetzbar. Der Bedarf ist aus Sicht des notwendigen Klimaschutzes ebenfalls vorhanden. Potenziale für NRW ergeben sich aus der Zulieferung der erforderlichen Komponenten.



## 📍 2-Seiten-Solarzellen

Durch auf Vorder- und Rückseite aktive Solarmodule kann über den Tag hinweg etwa ein Zehntel mehr Licht eingefangen und in elektrischen Strom umgewandelt werden als mit herkömmlichen, einseitig aktiven Solarmodulen. Außerdem resultiert die übliche Ost-West-Ausrichtung der Solarflächen in höheren Stromerträgen am Morgen und Abend, in Zeiten also, in denen der Stromverbrauch besonders hoch ist. Bei entsprechender Ausgestaltung der Einspeisetarife könnte die Ertragssteigerung für die Betreiber der innovativen 2-Seiten-Photovoltaik-Anlagen also noch deutlich höher ausfallen als die bloße Steigerung der eingespeisten Energiemenge.

Die Technologie hat ihre Funktionsfähigkeit im größeren Maßstab demonstriert. Sie ist besonders für den Aufbau großer Anlagen im Freiland geeignet und eine gute Ergänzung zur herkömmlichen Photovoltaik.

## 📍 Tandem-Kollektor

Der Tandem-Kollektor vereint Photovoltaik und Solarthermie mit einem Luft-Wärmetauscher zu einer Versorgungseinheit für Wärmepumpen. Während auf der Oberseite des neuartigen Kollektors die Photovoltaik Strom produziert, wird auf der Unterseite thermische Energie für Wärmepumpen gewonnen. Die Tandem-Kollektoren lassen sich montagefreundlich elektrisch und thermisch über ein Stecksystem verbinden und nutzen die gleiche Dachfläche somit gleich zweimal.

Die Technologie ist nahe an der Marktreife und weist gerade in dicht besiedelten Regionen wie NRW ein hohes Marktpotenzial und damit beste Voraussetzung für die verstärkte Versorgung mit erneuerbaren Energien auf.



# Energietransport

## Abfall-Kälte

Biogas kann dazu verwendet werden, mit Hilfe entsprechend angepasster Kompressoranlagen Kälte zu erzeugen. Der Innovationsvorsprung der hier vorgestellten Technologie besteht darin, dass aus Lebensmittelabfällen zunächst Biogas und letztlich Kälte für die Lebensmittellagerung erzeugt und so ein Beitrag dazu geleistet wird, dem Ausgangsproblem einer unzureichenden Lebensmittel-Kühlkette entgegenzuwirken.

Eine Forschungseinrichtung aus NRW ist an der Weiterentwicklung dieses Verfahrens beteiligt, welches wegen des höheren Lebensmittelabfallaufkommens vor allem in wärmeren Ländern der baldigen Markteinführung entgegensteht.

## Brennstoffzellen-Biofilm

Das Funktionsprinzip mikrobieller Brennstoffzellen beruht darauf, dass an der Anode einer Brennstoffzelle angesiedelte Mikroorganismen beim Abbau organischer Substanz Elektronen freisetzen, die an die Kathode weitergeleitet werden. Den Mikroorganismen dient der Abbau dem Lebenserhalt – die Erzeugung von Elektrizität ist ein positiver Nebeneffekt für den Nutzer der Brennstoffzelle. Durch den Einsatz eines künstlichen Biofilms aus Kunststoff (Hydrogel) wird die Ansiedlung der Mikroorganismen merklich verbessert, wodurch sich der erzeugte Strom verdoppelt und aufgrund günstigerer Prozessbedingungen verstetigt.

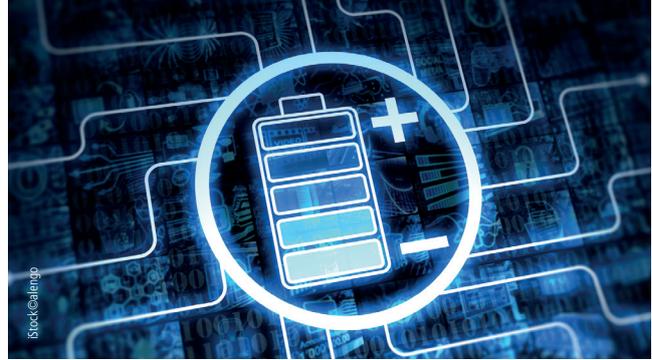
Die Innovation befindet sich in einem noch recht frühen Entwicklungsstadium. Außerdem müssen noch weitere Herausforderungen überwunden werden, bis mikrobielle Brennstoffzellen wirtschaftlich betrieben werden können. Sie weist aber aufgrund ihrer Fähigkeit zur Verwertung organischer Abfälle ein großes Zukunftspotenzial auf.

## Schmaltrassen-Erdkabel

Durch die aktive Kühlung und eine innovative grabenlose Verlegetechnik kann die Trassenbreite dieser Erdkabel von 72 Metern (bei Überlandleitungen) bzw. 20 Metern (bei konventionellen Erdkabeln) auf weniger als zwei Meter reduziert werden, was einen geringeren Flächenverbrauch nach sich zieht. Außerdem wird durch die Kühlung das ökologische Belastungspotenzial durch Wärmeentwicklung deutlich reduziert.

Besonders in dicht besiedelten Gebieten wie in NRW, in denen viel Strom erzeugt oder verbraucht wird und damit ein hoher Bedarf an Übertragungskapazitäten besteht, ist das Anwendungspotenzial für diese innovativen Erdkabel groß. Der Stand der Entwicklung ermöglicht ebenfalls eine baldige Einführung.

# Energiespeicherung



## Stahlschrott-Elektroden

Kaliumionen kämen als möglicher, leicht verfügbarer Ersatzstoff für Lithium in Lithium-Ionen-Batterien in Frage. Ihr Nachteil besteht darin, dass die Kaliumionen das in herkömmlichen Batterien verwendete Elektrodenmaterial aufgrund ihrer Größe destabilisieren würden. Aus korrodierten, ausgemusterten Edelstahlgeweben können nun u.a. durch Beschichtung mit reduziertem Graphenoxid Elektroden hergestellt werden, die auch mit Kaliumionen stabil sind und eine hohe Leitfähigkeit garantieren. Die positive Wirkung ist also zweifach: Der kritische Rohstoff Lithium wird durch einen besser verfügbaren ersetzt und ein Sekundärrohstoff wird als Elektrodenmaterial verwendet.

Dieses grundlagennahe Forschungsergebnis repräsentiert einen erfolgversprechenden Ansatz zur längerfristigen Weiterentwicklung der Batterietechnologie im mobilen Einsatz, z. B. als Energiespeicher für die Elektromobilität. Das Marktpotenzial ist sehr groß, seine Relevanz für NRW hängt von der Verfügbarkeit entsprechender Batteriehersteller ab.

## Lithium-Schwefel-Batterien

Lithium-Schwefel-Batterien weisen eine viel höhere Energiedichte als herkömmliche Lithium-Ionen-Akkus auf, weil Schwefel viel leichter ist als Kobaltoxid. Allerdings weisen die Schwefelketten die Tendenz auf, während des Ladens nach und nach in den Elektrolyten abzuwandern, und sind dann nicht mehr nutzbar. Durch das Fixieren von Zinkoxidstäbchen auf der Kathode ist es gelungen, das Abwandern des Schwefels zu verhindern, wodurch sich die nutzbare Lebensdauer bedeutend verlängert. Außerdem wird der hinsichtlich der zukünftigen Versorgung als kritisch angesehene Rohstoff Kobalt durch den reichlich verfügbaren Schwefel ersetzt.

Als Ersatz für Lithium-Ionen-Akkus kann Lithium-Schwefel-Batterien damit in mehrfacher Hinsicht eine bedeutende Funktion zukommen, welche jedoch aufgrund des frühen Entwicklungsstandes voraussichtlich erst längerfristig zum Tragen kommen wird. Auch hier ist das Marktpotenzial sehr groß, seine produktionsseitige Relevanz für NRW hingegen unklar.

## Lignin-Elektrolyte

Im Gegensatz zu herkömmlichen Batterien werden die Elektrolyte von Redox-Flow-Batterien als Flüssigkeiten in einfachen Tanks gelagert und geben den Strom beim Durchfließen einer separaten Reaktionskammer frei. Sie sind durch die geringere Energiedichte zwar eher für den stationären Einsatz bestimmt, können aufgrund ihres Konstruktionsprinzips aber leicht auch mit hohen Speicherkapazitäten bereitgestellt werden. Sie haben daher das Potenzial, große Mengen (zeitweise) überschüssigen (erneuerbaren) Stroms kostengünstig zu speichern. Dies gilt besonders, wenn die bislang teuren, aus Vanadium erzeugten Elektrolyte kostengünstiger hergestellt werden könnten. Ein Kandidat dafür sind Chinonpaare, die aus Lignin, einem Abfallstoff der Papierproduktion, hergestellt werden. Nachdem es nun gelungen ist, solche Chinonpaare mit einer ausreichend großen elektrochemischen Potenzialdifferenz herzustellen, können leistungsstarke Redox-Flow-Batterien nicht nur deutlich billiger als bisher, sondern zudem aus erneuerbaren Reststoffen hergestellt werden.

Redox-Flow-Batterien stehen kurz vor der Markteinführung und weisen aufgrund ihrer hohen Skalierbarkeit ein großes Potenzial als Massenenergiespeicher auf. Durch Innovationen wie die hier aufgeführte kann dieses Potenzial mittelfristig noch deutlich gesteigert werden.

## ♥ Kunststoffbatterie

Die Vorteile von Redox-Flow-Batterien wurden im vorstehenden Fall „Lignin-Elektrolyte“ schon dargelegt. Um die bislang teuren, aus Vanadium erzeugten Elektrolyte kostengünstiger herzustellen, kommen hier in einer Kochsalzlösung gelöste organische Polymere zum Einsatz.

Im Vergleich zu den „Lignin-Elektrolyten“ setzen die Entwickler der Kunststoffbatterie bei der Suche nach einem marktfähigen Konzept auf kostengünstigere Materialien. Sie sind dadurch weniger weit von der Marktreife entfernt.

## ♥ Unter-Tage-Speicher-Kraftwerk

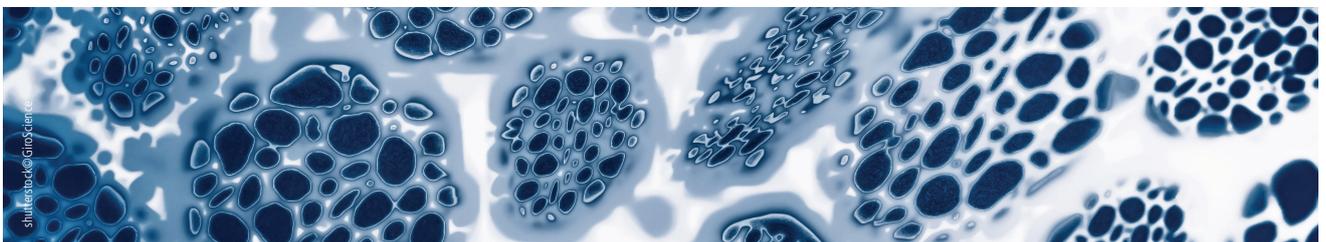
Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Energiespeichertechnologien handelt es sich bei den nun folgenden nicht um chemische, sondern physikalische Speicher. Ein Pumpspeicherkraftwerk beruht auf zwei Wasserreservoirs auf unterschiedlichen Höhen, zwischen denen Wasser fließt bzw. gepumpt wird. Durch das Füllen des oberen Speichers wird elektrische Energie in Lageenergie umgewandelt, durch das Abfließen des Wassers aus diesem Speicher in das tiefergelegene Reservoir wird wieder Strom hergestellt. Da die möglichen Standorte für Pumpspeicherkraftwerke begrenzt sind, wird versucht, das höhergelegene Reservoir an der Erdoberfläche und das tiefergelegene in einem Bergwerkstollen unter Tage einzurichten. Die Herausforderung besteht u.a. darin, ausreichend große Pumpen unter Tage zu schaffen und zu installieren.

Diese Innovation befindet sich im Demonstrationsstadium und weist ein besonderes Potenzial für Untertagebau-Standorte wie NRW auf. Allerdings ist die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu reinen Übertage-Pumpspeichern nach aktuellem Entwicklungsstand noch nicht gegeben. Universitäten aus der Region sind an dieser Entwicklung beteiligt.

## ♥ Druckluft-Stromspeicher

Um auch im Flachland, ohne Höhenunterschiede, in größeren Mengen auf physikalischem Wege Strom zu speichern, können Druckluftspeicher verwendet werden. Damit wird mit überschüssigem Strom Luft in eine Kaverne gepumpt und ein entsprechender Luftdruck aufgebaut, während beim Entspannen dieser Luft durch eine Turbine wieder Strom erzeugt wird. Der Vorteil besteht in der Kombination von Turbine und Kolbenmaschine für Kompression und Expansion, die einen hohen Wirkungsgrad und lange Lebensdauer ermöglicht. Außerdem kann für beide Prozesse dieselbe Maschine verwendet werden, wodurch im Vergleich zu herkömmlichen Anlagen die Kosten gesenkt werden können.

Die erfolgreiche Verbreitung und Markteinführung von Druckluft-Stromspeichern wird in Zukunft von der Verfügbarkeit geeigneter Standorte und von Verbesserungen des Wirkungsgrads (auch in Konkurrenz zu Gas und CCS) und damit von Innovationen wie der hier dargestellten abhängen. NRW ist wegen seiner geografischen Gegebenheiten nicht nur als Standort geeignet, auch an der Entwicklung der Technologie sind Forschungsinstitute und Unternehmen aus diesem Bundesland beteiligt.





## Anhang: Methodik und Durchführung

Im Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW werden jährlich Innovationsradare für alle Teilmärkte der Umweltwirtschaft erarbeitet. Die aktuelle Liste der Umweltinnovationen bildet die Grundlage neuer Themen, für die das Netzwerkmanagement innerhalb von NRW interessierte Akteure ausfindig macht und mit diesen dann Thementische oder Innovationsforen veranstaltet. Ziel dieser Aktivitäten ist es, relevante Akteure zusammenzubringen, den Informationsaustausch zwischen ihnen zu fördern und durch ihr Zusammenwirken die Weiterentwicklung und Verbreitung der Innovationen zu unterstützen. Dabei werden Synergien zwischen den Teilnehmern genutzt und gemeinsam Hindernisse für die Weiterentwicklung der Innovationen identifiziert und aufgelöst.

Mit Hilfe des Innovationsradars werden technische Neuerungen ermittelt, die bereits beforcht werden, aber noch mehr oder weniger weit von einer breiten Umsetzung in der Praxis und auf den Märkten entfernt sind. Ungeachtet der später noch zu lösenden Frage, wie die Verbreitung unterstützt werden kann, besteht hier die Herausforderung, zunächst die fraglichen Innovationen mit hohem Potenzial ausfindig zu machen. Dazu führt der Netzwerkpartner des KNUW, das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, ISI, in den umweltrelevanten Technologiebereichen ein Screening von Fachzeitschriften und einschlägigen Fachkonferenzen nach Beiträgen bzw. Themen durch, die

- neu und in der Wirtschaft nicht schon in ähnlicher Form repräsentiert sind,
- wiederholt auftreten und damit eine gewisse technisch-innovative Relevanz signalisieren und
- eine deutliche Umweltrelevanz erkennen lassen.

Weitere interessante Informationsquellen sind öffentliche Wettbewerbe, die innovative Umwelttechnologien herausstellen und fördern, sowie Interviews mit Experten in den jeweiligen Forschungsgebieten und die Öffentlichkeitsarbeit einschlägiger Forschungsinstitute.

Alle identifizierten Innovationen werden im Anschluss bewertet, wobei anhand verschiedener, entsprechend aggregierter Kriterien sowohl ihr Marktpotenzial als auch ihre Relevanz für NRW beurteilt wird.

Kriterien zur Beurteilung des **Marktpotenzials**:

- Wichtig für die Abschätzung des Marktpotenzials ist zunächst das **Volumen des Marktes** (in Mio. Euro), der mit der Innovation adressiert werden kann, sowie der Zeitpfad, über den dieses Volumen erreicht werden kann.
- Das gesamte Marktvolumen hängt außerdem davon ab, ob und in welchem Umfang für die Innovation **Exportchancen** bestehen. Je größer der im Ausland erzielbare Marktanteil ist, desto größer ist das gesamte Marktvolumen. (Ein hohes Marktvolumen ist auch deswegen von Vorteil, da sich eine kritische Masse an Akteuren aus NRW engagieren kann und die Entstehung von Netzwerken ermöglicht wird.)

- In einem deutlichen Zusammenhang mit dem Marktpotenzial steht die Frage der **Wirtschaftlichkeit**. Ist die Innovation, wenn sie auf den Markt kommt, kostengünstiger als die bestehende Alternative, dann ist das Potenzial größer als im umgekehrten Fall. (Entscheidend ist, dass beide Alternativen die gleichen umweltpolitischen Anforderungen erfüllen; siehe Politische Rahmenbedingungen.)
- Vor dem Hintergrund endlicher Ressourcen und wachsender Herausforderungen steigen die Anforderungen an Umweltinnovationen kontinuierlich. Daher kann auf Dauer ein umso größeres Marktpotenzial erwartet werden, je besser die **Umweltperformance** ist.
- Schließlich beeinflusst auch der **Grad der Innovativität** das Marktpotenzial dahingehend, dass im Erfolgsfall mehr Konkurrenten verdrängt werden und sich dadurch für die Innovation ein größerer Markt eröffnet.

Kriterien zur Beurteilung der NRW-Relevanz:

- Innovationen wirken sich auf eine Region und ihre Bewohner besonders dann positiv aus, wenn einheimische Unternehmen von dem resultierenden Marktpotenzial profitieren. Die **Ansässigkeit** der die Innovation vorantreibenden **Unternehmen in NRW** ist dafür eine Voraussetzung. Gleiches gilt für entsprechend spezialisierte **Forschungsinstitute** und **Wissenschaftsstandorte**, die die Unternehmen unterstützen.
- Wie hoch die Erfolgsaussichten der Unternehmen und sie unterstützenden Forschungseinrichtungen in NRW sind, hängt von ihrer **innovationsorientierten Leistungsfähigkeit** ab, die u.a. anhand der Anzahl von Patentanmeldungen ermittelt wird.
- Die Innovationen dürfen weder zu weit von der **Marktreife** entfernt noch zu marktnah sein, da sonst entweder die Umsetzung in einem relevanten Zeithorizont wenig wahrscheinlich oder schon weitgehend abgeschlossen ist. (Da dieser Parameter eine regional spezifische Ausprägung aufweisen kann, ist er der NRW-Relevanz zugeordnet.)
- Schließlich stellen gerade im Zusammenhang mit Umweltinnovationen die **politischen Rahmenbedingungen** einen wichtigen Kontext- und Wettbewerbsfaktor dar. So sind anspruchsvolle Umweltstandards bspw. in Form niedriger Emissionsgrenzwerte gerade zu Beginn nicht nur eine Herausforderung für die betroffenen Unternehmen, sondern sie stellen für die (meist lokalen) Entwickler entsprechender Lösungen auch einen Wettbewerbsvorteil dar.

Die Ergebnisse des Innovationsradars sind in der Abbildung nach den Dimensionen Marktpotenzial und NRW-Relevanz differenziert dargestellt. Von besonderem Interesse sind die Innovationen (im grün hinterlegten Bereich der Grafik), für die Marktpotenzial und NRW-Relevanz stark ausgeprägt sind. Im blauen Bereich fällt dagegen mindestens einer der beiden Aspekte deutlich schwächer aus, so dass in diesen Fällen von einer expliziten, detaillierteren Darstellung abgesehen wurde.



Kompetenznetzwerk  
Umweltwirtschaft.NRW

Kompetenznetzwerk  
Umweltwirtschaft.NRW info@knuw.nrw  
Graeffstraße 5 · 50823 Köln www.knuw.nrw

Ansprechpartner  
Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung  
Jan Nicolai Hennemann  
+49 171-2706417  
hennemann@knuw.nrw