



Fraunhofer Institut
System- und
Innovationsforschung



Fraunhofer Institut
Umwelt-, Sicherheits-,
Energietechnik UMSICHT

Abschlussbericht

Potenzialstudie »Anwendungspotenziale der Bioverfahrenstechnik (weiße Biotechnologie) in Nordrhein-Westfalen«

Projektkurzname: Studie Anwendung IBT NRW

Kurzfassung

Oberhausen und Karlsruhe, im Juni 2008

Auftraggeber:

Ministerium für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen





Fraunhofer Institut
System- und
Innovationsforschung



Fraunhofer Institut
Umwelt-, Sicherheits-,
Energietechnik UMSICHT

Studie Anwendung IBT NRW

erstellt von:

**Fraunhofer-Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT**
Institutsleiter
Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner
Geschäftsfeld Nachwachsende Rohstoffe
Geschäftsfeld Ressourcenmanagement
Osterfelder Straße 3
46047 Oberhausen

**Fraunhofer-Institut für System- und
Innovationsforschung ISI**
Institutsleiterin
Univ. Prof.-Dr. Marion A. Weissenberger-Eibl
Competence Center »Neue Technologien«
und »Innovations- und TechnologieManagement und Vorausschau«
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe

Projektleitung

Name	Einrichtung	Telefon	E-Mail
Dr.-Ing. Hartmut Pflaum	Fraunhofer UMSICHT	02 08-85 98-11 71	hartmut.pflaum@umsicht.fraunhofer.de

Projektteam:

Fraunhofer UMSICHT (Federführung): Dr.-Ing. Hartmut Pflaum, Dr.-Ing. Stephan Kabasci, Dr. Ute Merrettig-Bruns, Manuela Rettweiler M.A., Dipl.-Ing. Bettina Sayder, Dipl.-Ing. Uwe Schnell

Fraunhofer ISI: Dr. Michael Nusser (Projektleitung am ISI), Juliane Hartig, Dr. Bärbel Hüsing, Jens Selt, Sven Wydra

Ansprechpartner:

**Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen**
Referat V-6
Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf

Inhalt

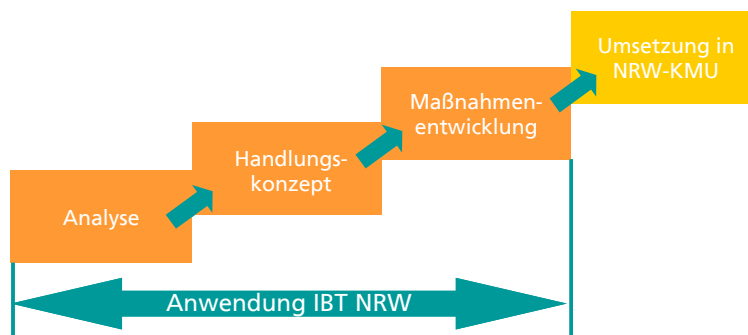
1	Aufgaben- und Zielstellung	1
2	Methodik im Projekt	2
3	Definitionen und Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes	3
4	Analyse bestehender Unterlagen/Studien	5
5	Netzwerk IBT: Akteure, Kompetenzen und Beratung	5
6	Clustering von IBT-Anwendungen und Anwenderkategorien	6
7	Verfügbare Verfahren und Produkte auf Anbieterseite	8
8	Anforderungen und Bedürfnisse bezüglich IBT-Verfahren und -Produkten (market pull)	9
9	Industriebefragung	10
10	Umweltbezogene Einsparpotenziale	12
11	Hemmnisse für den Einsatz von IBT-Applikationen	14
12	Nationale und NRW-spezifische Beratungskompetenz	17
13	Handlungskonzept	19
14	Vorschläge für branchenspezifische Projektangänge	23
15	Fazit der Studie	29
16	Übersichtstabellen	32
16.1	Auswertung der Studien	32
16.2	Clustering von IBT-Anwendungen und -Anwendern	38
16.3	Umweltentlastungseffekte durch IBT	42
16.4	Struktur des Handlungskonzepts	48

1 Aufgaben- und Zielstellung

Das Ziel dieses Projekts war die Erstellung einer Studie zu den »Anwendungspotenzialen der Bioverfahrenstechnik (weiße Biotechnologie) in NRW (Kurztitel: Anwendung IBT NRW)«. Das Themenfeld sollre zur Generierung eines verlässlichen und differenzierten Gesamtbildes hinsichtlich der Wertschöpfungs- und Nachhaltigkeitspotenziale und -grenzen unter besonderer Berücksichtigung der technischen, ökologischen und ökonomischen Dimensionen aufbereitet werden. In Hinblick auf eine Substitution konventionell chemisch-technischer Prozesse durch biotechnische Verfahren standen die Aspekte möglicher Entlastungseffekte für die Umwelt und die Wirtschaftlichkeit sowie die Reduzierung von Gefahrenpotenzialen im Vordergrund, Es sollten insbesondere die Potenziale für den produktionsintegrierten Umweltschutz (PIUS) ermittelt werden. Bioverfahrenstechnik und industrielle Biotechnologie sollen verstärkt an die produzierenden **kleinen und mittleren Unternehmen** (KMU) in NRW herangetragen und damit vom Mittelstand als mögliche Innovationsplattform akzeptiert und umgesetzt werden (vgl. Bild 1-1).

Bild 1-1:
Ziel- und Aufgabenstellung Projekt Anwendung IBT NRW

Ziel:
Erarbeitung eines Handlungskonzepts für Maßnahmen, die dazu beitragen, dass Verfahren und Produkte der industriellen Biotechnologie in produzierenden KMU in NRW im Sinne von PIUS und Ressourceneffizienz angewendet werden



Für die Zielerreichung wurden folgende übergeordnete Arbeitspakete (AP) bearbeitet:

- AP1: »Analyse vorhandener Studien und Projektmanagement«
- AP2: »Biotechnologische Verfahren, Wertschöpfungskette, Einsparungen, Hemmnisse«
- AP3: »Handlungskonzept und Potenzialbeispiele«
- AP4: »Projekttreffen und Dokumentation«

Das Projekt wurde durch einen Begleitkreis unterstützt, der sich aus Vertretern von Wirtschaft, Wissenschaft, Verbänden, Projektförderung und Ministerien sowie dem Auftraggeber zusammengesetzt hat. Der Begleitkreis ist über die Projektlaufzeit viermal zusammengekommen, um Ergebnisse der APs zu beraten und die weiteren Vorgehensweisen abzustimmen.

2 Methodik im Projekt

Vorgehen und Methodik im Projekt bauen auf dem Innovationssystem-Ansatz auf, der davon ausgeht, dass Innovationen systematisch in einem Innovationssystem entstehen, an dem diverse Akteure und Institutionen in einem interaktiven, interdisziplinären und kollektiven Prozess mit vielen Rückkoppelungsschleifen beteiligt sind. Um das Innovationspotenzial der industriellen Biotechnologie (IBT) adäquat zu bewerten, wird diese systemische Perspektive gewählt. Dabei stehen vor allem die Teilsysteme »industrielle Akteure«, »Wissenschaft und Ausbildung«, »Nachfrage und Rahmenbedingungen« sowie »Kapitalmärkte und Wettbewerb« im Fokus. Mit Hilfe des Innovationssystem-Ansatzes kann für die industrielle Biotechnologie eine umfassende Struktur der aktuellen und zukünftigen IBT-Potenziale zur Substitution konventioneller chemisch-technischer Prozesse, der bestehenden Innovationshemmnisse und Innovationstreiber sowie aktueller und zukünftiger Handlungsfelder erstellt werden.

Angesichts der hohen Komplexität des interdisziplinären Untersuchungsfeldes sowie der hohen Entwicklungsdynamik im Bereich der industriellen Biotechnologie kommt ein umfassender Quellen- und Methoden-Mix zur Anwendung. In jedem der drei inhaltlichen Arbeitspakete werden sowohl qualitative Ansätze (z. B. Literaturlauswertungen, Experteninterviews) als auch quantitative Ansätze (z. B. Analyse verfügbarer Statistiken, Primärerhebungen aus früheren Projekten, Sekundärliteratur, Studien) genutzt. Die verwendeten Ansätze lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Nutzung von Know-how aus früheren Projekten (u. a. auch ISI-BMBF-Studie, Mitarbeit UMSICHT an einer SSA für die European Technology Platform »Manufuture«),
- Wissenschaftlich-technische Forschung zur Bioverfahrenstechnik und weißen Biotechnologie,
- Trends in der aktuellen Netzwerkarbeit,
- Literaturlauswertungen zur industriellen Biotechnologie: u. a. einschlägige wissenschaftliche Literatur, Tagungsberichte von Konferenzen, Geschäftsberichte von Unternehmen, Marktstudien,
- Analyse von öffentlich zugänglichem (statistischen) Datenmaterial im In- und Ausland (u. a. Internetdokumente von Ministerien, Verbänden etc., Statistisches Bundesamt, Mitgliederverzeichnisse von Verbänden),
- Entwicklung Fragenkatalog und Gesprächsleitfaden (für Experteninterviews) zur Bestandsaufnahme in den verschiedenen Branchen und Anwendungsfeldern sowie Festlegung einer Bewertungsmethodik,
- Gezielte persönliche und telefonische Interviews der Akteure in NRW,
- Diskussion und Weiterentwicklung der Ergebnisse in den Sitzungen des Begleitkreises,
- Rückkoppelungsprozesse zum Auftraggeber (u. a. Zwischenberichte, Präsentationen)
- Fokusgruppen innerhalb des Projektteams (bzw. des FhG-Forschungsnetzwerkes Industrielle, weiße Biotechnologie)

3 Definitionen und Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes

Neben der industriellen (weißen Biotechnologie) sind noch folgende Farbbezeichnungen für biotechnologische Fachrichtungen gebräuchlich:

- **Rote Biotechnologie:** medizinische Anwendungen und zugehörige Plattformtechnologien, Pharmazie
- **Grüne Biotechnologie:** Anwendung bei Pflanzen bzw. pflanzlichen Zellen, vorrangig im Agrarsektor
- **Blaue Biotechnologie:** Anwendung biotechnologischer Methoden auf maritimen Mikroorganismen, Tieren oder Pflanzen
- **Graue Biotechnologie:** End-of-pipe-Technologien und betriebliche Aufbereitungstechnologien im Bereich des Umweltschutzes
- **Gelbe Biotechnologie:** Anwendungen im Bereich Lebensmittel
- **Braune Biotechnologie:** Anwendungen im Bereich nachsorgender Umweltschutz

Weiße Biotechnologie

Unter weißer Biotechnologie oder auch industrieller Biotechnologie versteht man im weiteren Sinne die Anwendung moderner biotechnologischer Verfahren für eine nachhaltige und ökoeffiziente **industrielle** Herstellung von Chemikalien, Materialien, Kraftstoffen und Energie (»White Biotechnology is the application of nature's toolset to industrial production« EuropaBio/-Dechema). Im Fokus der weißen Biotechnologie steht demnach die Herstellung von Produkten mit biotechnischen Verfahren.

Als Querschnittstechnologie kommt die weiße Biotechnologie nicht nur in der chemischen Industrie sondern auch in der Pharma-, Getränke-, Nahrungsmittel-, Futtermittel-, Papier-, Textil-, Leder- und Energieindustrie sowie in ausgewählten Fällen auch in der Metallindustrie (Entfettung) zum Einsatz. Zu den mittels weißer Biotechnologie hergestellten Produkten zählen insbesondere Fein- und Spezialchemikalien, sowie Lebensmittel, Lebensmittelzusatzstoffe und Futtermitteladditive, Agrar- und Pharmavorprodukte, Hilfsstoffe für verarbeitende Industrien wie technische Enzyme und Biokraftstoffe. Weiße Biotechnologie ist keine neue Disziplin, sondern der Gebrauch der »Werkzeugkiste der Natur« oder der »biotechnologischen Methoden« für industrielle Herstellungsprozesse und Produktanwendungen, so z. B. durch die die am meisten genutzten Verfahren **Fermentation** oder **Biokatalyse**.

Fermentation

- Bei der Fermentation produzieren Mikroorganismen¹ (Bakterien, Pilze, Hefen) aus Kohlenstoff- und Stickstoffquellen, zu denen vor allem Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) zählen, komplexe Moleküle. Bei den erzeugten Stoffwechselprodukten wird oftmals auch von sogenannten »Bioprodukten« gesprochen.
- Fermentationsprozesse werden häufig bei der Herstellung von großvolumigen und kostengünstigen Produkten wie z. B. Ethanol, Vitamin C, Antibiotika eingesetzt.

¹ die auch gentechnisch verändert sein können

Im Rahmen dieser Studie wurden IBT-Applikationen für reine End-of-pipe-Technologien (z. B. Biofilter zu Abluftreinigung, biologische Abwasserreinigung, Kompostierung) nicht betrachtet (vgl. I1). Der Fokus für IBT-Applikationen lag auf dem PIUS-Bereich.

4 Analyse bestehender Unterlagen/Studien

In den beiden Übersichtstabellen 16-1 und 16-2 (Kap. 16) sind die wichtigsten Ergebnisse der analysierten Studien zusammengefasst. Dabei wurden jeweils biotechnologische Technologien, Prozesse und Produkte den Anwenderbranchen und den Hauptanwendungen zugeordnet. Das Ziel war es, auf diese Weise aus den Literaturstellen die Bereiche mit der höchsten Relevanz für die weiteren Untersuchungen zu identifizieren. Tabelle 16-1 enthält die Zusammenstellung für Anwendungen in den Hauptbranchen, Tabelle 16-2 für Nischenanwendungen. Zusammengenommen bilden sie die Grundlage, um die relevanten biotechnologischen Technologien, Prozesse und Produkte im Hinblick auf ihr Anwendungspotenzial auszuwählen. Damit wurde ein wichtiger Input für die anstehende Verfahrensanalyse und die Erstellung der Fragebögen geliefert. Diese Zusammenfassungen stehen auf einer sehr hohen Aggregationsstufe. Für weitergehende Verfahrensbeschreibungen muss auf die zugehörigen Steckbriefe der Studien (Teil »Einzelanalysen ausgewerteter Studien«) und auf die verwendete Literatur (Literaturverzeichnis) verwiesen werden.

5 Netzwerk IBT: Akteure, Kompetenzen und Beratung

Parallel zur Studien- und Literatúrauswertung wurde ein breites Kontaktnetz aufgebaut und mit Adressen hinterlegt. Dieses wurde einerseits für die geplanten Befragungsaktionen genutzt, andererseits können die Akteure später als Netzwerkpartner in das Handlungskonzept eingebunden werden. Dabei kamen zwei Klassen von Adressen zum Einsatz:

- vorliegende Daten aus der ISI-BMBF-Studie, die zum größten Teil qualifiziert sind und die bundesweite Akteurskette des Innovationssystems »Industrielle Biotechnologie« abbilden
- neu recherchierte Akteure (vorrangig aus NRW) aus den Gruppen
 - Unternehmen (Chemie, Pharma, Biotechnologie, Lebensmittel, Papier, Leder, Metallverarbeitung)
 - Universitäten und Forschungseinrichtungen
 - Branchenverbände
 - Netzwerke, die für weitere Zugänge als Multiplikatoren dienen sollen

Es wurde eine qualifizierte Adressliste für die Expertenbefragung und das Handlungskonzept (hier: Berater- und Innovationsnetzwerk) aufgebaut. Darüber hinaus wurden auch die Mitglieder des Begleitkreises in die Auswahl von Adressen einbezogen.

6 Clustering von IBT-Anwendungen und Anwenderkategorien

In Arbeitspaket AP1 wurden biotechnologische Technologien, Prozesse und Produkte den entsprechenden Anwenderbranchen und den dortigen technischen Anwendungen aus einer gesamthaften Sicht zugeordnet. Quellen dieser Analyse waren ausschließlich aktuelle Sekundärdaten sowie vorhandenes Know-how. Das Ergebnis dieser Zuordnung stellte die Grundlage für die weiteren Analysen dar.

In Arbeitspaket AP2 erfolgte im ersten Schritt eine Qualifizierung der Anwendungen der industriellen Biotechnologie (IBT) nach den Kriterien:

- **bereits im Markt verfügbar**, d. h. es werden Produkte, Technologien oder Prozesse im industriellen Maßstab angeboten oder
- **kurz vor der Anwendung stehend**, d. h. in den meisten Fällen Prototypen oder Demonstratoren, die aus anwendungsnaher Forschung und Entwicklung hervorgehen (recherchiert aus Forschungsdatenbanken z. B. der DBU, AiF, BMBF/PTJ, FNR etc.).

Die Informationen hierzu wurden aus vertieften Sekundärdatenanalysen (Fachliteratur, Datenbanken, Internetrecherchen etc.) gewonnen. Im selben Schritt erfolgte auch eine Eingrenzung der im Weiteren zu betrachtenden Anwenderbranchen, die wie folgt festgelegt worden sind:

Hauptanwender- oder Schwerpunktbranchen

- Lebensmittel, Getränke, Futtermittel
- Zellstoff- und Papierverarbeitung
- Textilindustrie
- Lederindustrie
- Chemie und Biotechnologie → perspektivisch als Lieferant von IBT-Produkten, wie z. B. Enzymen, Biopolymeren

Nischenanwenderbranchen

- Metallverarbeitung, Oberflächenveredlung
- Wasserbehandlung
- Analytik, Biosensorik

Obwohl als Anwender von IBT-Anwendungen grundsätzlich in Frage kommend wurden folgende Branchen vor dem Hintergrund, dass der Studenschwerpunkt auf industrieller Produktion zur Anwendung in den KMU liegt, **nicht** weiter im Detail betrachtet²:

▪ **Chemie als Anwender:**

Unternehmen der chemischen Industrie entwickeln IBT-Prozesse und -Produkte und produzieren nach IBT-Verfahren. Die Produkte sind zumeist Zwischenprodukte, die in andere Endprodukte oder Formulierungen einfließen. Zur Entwicklung von IBT-Applikationen organisiert sich die Branche zusehendes selbst in Netzwerken (z. B. CLIB2021 in NRW). Der Wissenstransfer erfolgt vielfach über eigene Verbände (z. B. VCI, DE-CHEMA). Impulse für IBT-Applikationen gehen hier meist von größeren

² vgl. auch Ergebnisse zur 2. Begleitkreissitzung vom 6. Dezember 2008, Teil H

Unternehmen aus. Es ist davon auszugehen, dass die Anwendungspotenziale für IBT nach der Aufgabenstellung hier bekannt sind und/oder erschlossen werden können.

- **Biotech-Unternehmen als Anwender:**
Biotech-Unternehmen sind überwiegend KMU und größtenteils forschend für die Pharma- und/oder Chemieindustrie tätig; sie produzieren nur zu einem kleinen Teil selbst. Die Anwendungspotenziale für IBT sind hier Hauptunternehmenszweck und daher bekannt.
- **Pharma/Medizin**
Diese Branche ist hauptsächlich im Bereich der roten Biotechnologie tätig. Zwar werden auch biotechnologische Verfahren angewendet, diese sind aber meist für ein spezielles Produkt entwickelt und damit bekannt. Neue Anwendungspotenziale erschließt die Branche in der Regel durch eigene FuE-Projekte oder durch die Zusammenarbeit mit Biotech-Unternehmen.
- **Bioenergie**
Die Bioenergiebranche (z. B. fermentative Biogaserzeugung) wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber und der EFA nicht weiter betrachtet; die recherchierten Anwendungspotenziale erschienen zudem eher klein.
- **Rohstoffgewinnung**
Obwohl es bei der Rohstoffgewinnung (z. B. Erze, Rohöl) einige IBT-Applikationen gibt, werden diese nicht weiter betrachtet, da diese Branche international aufgestellt ist und in NRW keine Bedeutung hat.
- **Kraftstoffe**
Die Kraftstoffbranche (z. B. Benzin, Diesel, Biokraftstoffe) wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber und der EFA nicht weiter betrachtet; die recherchierten Anwendungspotenziale erschienen zudem eher klein. Die fossil basierte Kraftstoffindustrie besteht nur aus Großunternehmen.
- **Anlagenbau**
Der Anlagenbau wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber und der EFA nicht weiter betrachtet; IBT-Anwendungspotenziale sind aus den IBT-Potenzialen der anderen Branchen abgeleitet, da der Anlagenbau diese Potenziale technisch umsetzen muss. Die Branche ist je nach Angebotsspektrum (Gesamtanlagen, Komponenten, Einzelgeräte) sehr breit aufgestellt und lässt sich nicht einheitlich fassen.

Die sich auf Basis dieser Auswahl aus den Recherchen ergebenden Übersichtstabellen 16-3 und 16-4 sind unterteilt nach den Hauptanwenderbranchen und den Nischenanwenderbranchen. Dabei wurden die IBT-Applikationen jeweils nach ihrer Anwendungsreife kategorisiert als »im Markt verfügbar« (d. h. quasi Stand der Technik) oder als »kurz vor der Anwendung stehend«.

Für die Zusammenstellung der »kurz vor der Anwendung stehenden« IBT-Applikationen wurden neben der entsprechenden Fachliteratur auch die Förderdatenbanken folgender Projektträger in Deutschland analysiert:

- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. FNR
- Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e.V. AiF

- Forschungszentrum Jülich GmbH, PTJ BIO
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU

Dabei wird davon ausgegangen, dass dort vorrangig anwendungsnahe Forschung und Entwicklung gefördert wird, welche zu Ergebnissen führen kann, die sich zur **Markteinführung** eignen, d. h. **kurz vor der Anwendung** stehen. Die Übersichtstabellen der IBT-Anwendungen und Anwenderbranchen sowie Anwenderkategorien stehen auf einer sehr hohen Aggregationsstufe. Für weitergehende Verfahrensbeschreibungen muss auf die zugehörigen Steckbriefe der Studien (Teil »Einzelanalysen ausgewerteter Studien«) und auf die verwendete Literatur (Literaturverzeichnis) verwiesen werden.

7 Verfügbare Verfahren und Produkte auf Anbieterseite

Ein Großteil der eruierten Verfahren der industriellen Biotechnologie basiert auf dem Einsatz von Enzymen. In den untersuchten Studien zum europäischen Enzymmarkt wird vor allem zwischen Enzymen für **Lebensmittelanwendungen** und Enzymen für **industrielle Anwendungen** unterschieden. Nischenanwendungen wie der Einsatz bei der Bioethanol- und Biokunststoffherstellung sowie in der Bioremediation werden zwar als potenzielle Einsatzfelder für Enzyme genannt, aber bei der Berechnung der Marktanteile nicht berücksichtigt. Nachfragen ergaben, dass der Gesamtanteil der Enzyme für industrielle Nischenanwendungen außerhalb der Schlüsselmärkte Reinigungsmittel, Textil, Papier und Zellstoff sowie Leder auf weniger als 5 % geschätzt wird.

Der europäische Markt für Enzyme im Lebensmittelbereich verzeichnete im Jahr 2004 Erträge in Höhe von 250,3 Mio. US\$. Den höchsten Anteil daran hatten Enzyme für die Stärke- und Zuckerbehandlung, Backwarenherstellung und Molkereiprodukte. Höchste Zuwachsraten wurden bei Nahrungsergänzungsmitteln verzeichnet. Der Markt für Enzyme für Obstbearbeitung und Brauerei wurde als nahezu stagnierend angesehen, während bei Enzymen für die Weinherstellung ein Potenzial für zukünftiges Wachstum gesehen wurde.

Hinsichtlich des europäischen Marktes für Enzyme für industrielle Anwendungen wurden die Schlüsselanwendungen Reinigungsmittel, Textil, Papier- und Zellstoff und Leder betrachtet. Nischenanwendungen wie Wasserbehandlung, Bioremediation und Biokunststoffe werden als aufkommende Märkte zwar erkannt, aber aufgrund des noch zu geringen Volumens in der Studie nicht berücksichtigt.

Im Jahr 2006 lag die Menge der verkauften Enzyme für industrielle Anwendungen bei 100 000 t. 65 % davon werden für die Herstellung von Reinigungsmitteln genutzt, 20 % finden Einsatz in der Textilindustrie, 9 % in der Papier- und Zellstoffverarbeitung, 6 % gehen in die Lederherstellung. Am Markt gibt es wenige Enzymhersteller (Schlüsselanbieter) und zahlreiche Firmen, die Enzymformulierungen für spezifische Anwendungen herstellen.

Darüber hinaus müssen auch die IBT-Applikationen derjenigen »Biotech-Unternehmen« berücksichtigt werden, die ganz oder überwiegend mit Verfahren der modernen Biotechnologie (nach OECD-Definition »dezidierte« Biotech-Firmen³) arbeiten, also IBT nicht nur in Teilbereichen der Produktion oder der Produktionsinfrastruktur anwenden. Im Jahr 2006 gehörten in Deutschland 495 Unternehmen zu dieser Branche, davon 56 in Nordrhein-Westfalen. Insgesamt wurden in diesen Unternehmen 14 150 Mitarbeiter beschäftigt. 43 % der Unternehmen beschäftigten allerdings weniger als 10 Mitarbeiter. Den größten Sektor der Biotech-Branche stellt die Gesundheit oder »rote Biotechnologie« dar, 214 Firmen (43 %) beschäftigen sich schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von Medikamenten oder diagnostischen Tests für den humanmedizinischen Bereich, 8 Unternehmen (2 %) entwickeln vornehmlich Tierarzneimittel. Knapp 40 % der Unternehmen (195) werden der Kategorie der nicht-spezifizierten Anwendungen zugeordnet (z. B. Erbringen von Dienstleistungen für andere Biotech-Firmen). Auf Platz 3 folgen mit 7 % 36 Unternehmen, die sich schwerpunktmäßig mit industrieller Biotechnologie beschäftigen.

8 Anforderungen und Bedürfnisse bezüglich IBT-Verfahren und -Produkten (market pull)

Nach Auswertung der Sekundärliteratur, der Industriebefragung und der Expertengespräche (Verbände, einzelne Unternehmen) lassen sich keine spezifischen Anforderungen an biotechnologische Verfahren und Produkte angeben. Generell gilt für den Bereich der technischen Performance:

- Qualität und Eigenschaften des Produkts müssen mindestens gleich bleiben,
- der Produktionsprozess muss betriebssicher und stabil laufen – möglichst mit dem vorhandenen Personal,
- der Umstellungsaufwand muss so gering wie möglich sein (keine langen Entwicklungs-, Anpassungs- und Inbetriebnahmezeiten),
- ein betriebstechnischer Vorteil muss erkennbar sein und
- die Kosten sollten in der Regel niedriger als beim Vergleichsprozess/-produkt liegen.

Hat sich aber eine technologische Alternative innerhalb einer Branche anhand dieser Kriterien als brauchbar bzw. vorteilhaft herausgestellt und wird in den Markt eingeführt, dann wird sie aus Wettbewerbsgründen schnell für die ganze Branche relevant (**Wettbewerbszwang**). In ähnlicher Weise können gesetzliche Umweltauflagen allgemeiner (z. B. Senkung von CO₂-Emission oder des Energieverbrauchs) bzw. spezieller Art (z. B. Festlegung von Grenzwerten, Arbeitsschutzvorschriften, Verbot toxischer Stoffe) Umstellungsprozesse auslösen, wenn IBT hierzu adäquate Lösungen anbietet (**Umsetzungszwang**). Ein dritter Aspekt zum market pull sind die Forderungen des Marktes, d. h. der Kunden und Abnehmer. Wenn diese, z. B. aus

³ Ein »dezidiertes« Biotech-Unternehmen wird von der OECD definiert als ein biotechnologisch aktives Unternehmen, dessen wesentliche(s) Unternehmensziel(e) die Anwendung biotechnologischer Verfahren zur Herstellung von Produkten oder der Bereitstellung von Dienstleistungen, oder der Durchführung biotechnologischer Forschung und Entwicklung ist/sind [Biotechnologie-2007].

Gründen der Qualitätssicherung, ein bestimmtes Verfahren oder Produkt fordern, wird der Anbieter darauf eingehen, sofern die Neuerung beherrschbar ist (**Marktzwang**).

Bezogen auf die Anforderungen an biotechnologische Verfahren und Produkte bedeutet dies: entweder besitzen diese eine bessere technische Performance als das Vergleichsverfahren/-produkt oder sie lösen eine ökologische Problemstellung effizienter bzw. machen eine Lösung überhaupt erst möglich. Wenn beide Bereiche gleichzeitig erfüllt werden können, hat IBT sehr gute Chancen auf den betrieblichen Einsatz.

9 Industriebefragung

Um die aktuellen, IBT- und NRW-spezifischen Potenziale, erfolgskritischen Standortfaktoren sowie Innovationsbedarfe und -hemmnisse der industriellen Akteure des Innovationssystems »IBT« zu analysieren, wurde eine Primärdatenerhebung (Industriebefragung) konzipiert. Dies umfasste die Entwicklung eines Fragenkatalogs und eines Gesprächsleitfaden (für zusätzliche Experteninterviews⁴) zur Bestandsaufnahme in den verschiedenen Branchen und Anwendungsfeldern.

Für die Industriebefragung wurden mittels Firmendatenbanken Adressen von Firmen aus den potenziellen IBT-Anwenderbranchen mit Sitz in NRW ermittelt. Von 1 871 Firmen wurden 1 535, von denen E-Mail-Adressen vorlagen, angeschrieben und gebeten, den entwickelten Fragebogen auszufüllen. Ein Begleitschreiben des Auftraggebers wurde ebenfalls mit versendet.

Insgesamt konnte durch die Maßnahmen

- E-Mail Anschreiben (Erstansprache und Erinnerung),
- Telefonansprache und
- zwei telefonische Nachfassaktionen von bereits kontaktierten Unternehmen

eine Rücklaufquote von ca. 20 % erreicht werden. Allerdings führte der Rücklauf nicht zu 342 Fragebögen (sondern nur zu 27 beantworteten Fragebögen), da die meisten Unternehmen nur per E-Mail oder bereits am Telefon angaben, keine IBT einzusetzen und dies auch nicht zu planen.

Von Januar bis März 2008 wurden daher zusätzlich insgesamt 215 Unternehmen der potenziellen IBT-Anwenderbranchen telefonisch kontaktiert, um Aussagen zu den Fragen des Fragebogens zu gewinnen.

Darüber hinaus wurden von Dezember 2007 bis Mai 2008 ergänzend zur Unternehmensbefragung Experteninterviews mit Verbandsvertretern, Repräsentanten von branchenrelevanten Institutionen und einzelnen Firmen geführt, teilweise, um Auskünfte über den branchenweiten Einsatz industrieller Biotechnologie einzuholen, teilweise aber auch, um ausführliche Detailin-

⁴ Untermuerung der Ergebnisse aus der Analyse der Studien und der Fragebogenaktion.

formationen zu einzelnen Anwendungen und aktuellen Ständen von Forschungsprojekten zu erhalten.

Die Ergebnisse der Unternehmensbefragung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Unternehmensbefragung hat nur wenige beantwortete/auswertbare Fragebögen geliefert, dennoch lassen sich Trends erkennen, die sich bereits vorher in der ISI-BMBF-Studie abgezeichnet haben.
- Um diese Trends zu verifizieren, wurden im Anschluss an die schriftliche Befragung noch eine Telefonbefragung und Experteninterviews durchgeführt.
- Da sich die Erkenntnisse aus schriftlicher und telefonischer Unternehmensbefragung und den Expertengesprächen mit den Ergebnissen der ISI-BMBF-Studie deckten, wurden auch deren Ergebnisse für die weitere Auswertung (Handlungskonzept) mit herangezogen.
- Die Unternehmen, die Verfahren oder Produkte der industriellen Biotechnologie bereits anwenden, verfügen in der Regel auch über das entsprechende Know-how und haben ihre Anwendungspotenziale erschlossen.
- Speziell in der Lebensmittel-/Futtermittel- und Textilindustrie sind erprobte IBT-Produkte und -Verfahren bereits in den Stand der Technik übergegangen.
- Lebensmittel-/Futtermittelindustrie möchten aufgrund der Verwechslungsgefahr mit Gentechnik-Einsatz ungern mit IBT in Verbindung gebracht werden, da sie einen Imageschaden befürchten.
- Ein Großteil der Unternehmen, die IBT nicht oder noch nicht anwenden, hat von möglichen IBT-Anwendungen für ihre Branche keine oder nur geringe Kenntnisse (besonders geringe Kenntnisse über IBT in der Metallindustrie).
- Negative Erfahrungen mit IBT-Verfahren wirken teilweise abschreckend (speziell Papierindustrie).
- Umwelteffekte durch die Umstellung auf IBT-Verfahren sind so gut wie nicht bekannt – oder die Unternehmen schweigen möglicherweise aus Wettbewerbsgründen darüber.
- Folgende Hemmnisse wurden in den Fragebögen und Interviews genannt:
 - Papierindustrie: hohes Störungspotenzial in der Produktion bei Einsatz von IBT-Verfahren
 - Fehlende Akzeptanz beim Kunden (u. a. beim Einsatz gentechnisch veränderter Organismen)
 - Hohe Kosten für die Anpassung der Produktionsprozesse
 - Hohe Kosten für die Mitarbeiterqualifizierung
 - Kein internes IBT-Know-how vorhanden
 - Kein geeignetes IBT-Verfahren/IBT-Produkt verfügbar
 - Verfügbare IBT-Verfahren erhöhen die Produktionskosten

Die Befragung zeigt, dass es eine große Mehrheit von Firmen in den betrachteten Branchen gibt, die nicht für das Thema IBT aktivierbar ist. Die Fragebogenergebnisse sind nicht repräsentativ genug, um entscheiden zu können, aus welchen spezifischen Gründen die Unternehmen nicht aktiviert werden konnten (z. B. generelle Ablehnung von Befragungen, Arbeitsüberlastung, schwierige wirtschaftliche Situation, fehlendes IBT-Interesse). Hier könnten ggf. regionale, kleinere Workshops zur Informationsgewinnung bzw. –qualifizierung (»Steigerung der Aufmerksamkeit für IBT«) Aufschluss geben. Auch dies wurde im Handlungskonzept und bei den Projektangängen berücksichtigt.

Die Vorteile einer zukünftigen IBT-Nutzung in Bezug auf den Schutz der Umwelt können von den antwortenden Unternehmen schlecht bewertet werden. Zukünftige IBT-Anwendungen werden vorrangig in den End-of-pipe-Bereichen Abluft, Abwasser und Abfall gesehen. PIUS-Potenzial kann aus den Angaben der IBT-aktiven Unternehmen nicht belastbar abgeleitet werden. Selbst diese Unternehmen können oft die erzielten Effekte nicht vollständig bewerten und sehen in der Behebung von Informationsdefiziten und Entscheidungsunsicherheiten Unterstützungsbedarf.

Es bleibt festzuhalten, dass diejenigen Unternehmen, die IBT in irgendeiner Form anwenden, auch über das zugehörige Know-how verfügen. Aber ebenso hat eine Reihe von Unternehmen, die IBT nicht oder noch nicht anwenden, von möglichen IBT-Anwendungen keine Kenntnis. Die IBT-aktiven Unternehmen haben ihre Anwendungspotenziale in der Regel erschlossen, die nicht IBT-aktiven Unternehmen zeigen kein oder nur geringes Interesse für einen weiteren IBT-Zugang.

10 Umweltbezogene Einsparpotenziale

Von Ausnahmen abgesehen sind IBT-Verfahren eng verknüpft mit der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Während in der Papier-, Textil-, Leder- und Lebensmittelindustrie seit jeher die nachwachsenden Rohstoffe die wichtigste Rohstoffquelle darstellen, gewinnt vor dem Hintergrund einer zunehmenden Verknappung endlicher fossiler Rohstoffe die industrielle stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur nachhaltigen und ressourcenschonenden Herstellung von Produkten auch für andere Branchen wie die chemische Industrie zunehmend an Bedeutung.

Die Einführung innovativer IBT-Verfahren in den betrachteten Branchen erfolgt in den meisten Fällen wegen ökonomischer Gründe und zur Qualitätsverbesserung. Umweltbezogene Einsparpotenziale werden in der Regel nicht als besonders wahrgenommen bzw. sind nicht allein Motivation zur Innovation mittels IBT. Bei IBT-Verfahren bzw. –Produkten lassen sich einige generelle, **qualitative** Einsparpotenziale gegenüber konventionellen Verfahren/Produkten beschreiben, allerdings weist jede IBT-Anwendung in bestimmten Unternehmen ein spezifisch zu ermittelndes umweltbezogenes Einsparpotenzial bzw. ein reduzierbares Gefahrenpotenzial auf. Zu den qualitativen Potenzialen zählen:

- Substitution toxischer, schwerabbaubarer Substanzen
- Einsatz wässriger anstatt organischer Lösungsmittel
- Erschließung nachwachsender Rohstoffe als Inputmaterial
 - daraus folgend mögliche Einsparungen bei Treibhausgasemissionen über die Prozesskette betrachtet
- Einsatz von Prozessen mit milden Bedingungen, z. B. niedrigere Drücke und Temperaturen, neutraler pH-Wert:
 - Energieeinsparung
 - Geringeres Gefahrenpotenzial
 - Ggf. Materialeinsparung bei Anlagentechnik

Einen Überblick zur qualitativen Umweltrelevanz biotechnologischer Verfahren in den Branchen der chemischen Industrie, der Lebensmittel-, Textil- und Lederindustrie sowie der papierverarbeitende Industrie gibt Tabelle 16-5 (Kap. 16). Die Zusammenstellung berücksichtigt IBT-Anwendungen und Produkte, die Umwelteffekte in irgendeiner Form aufweisen, sei es die Reduktion des Chemikalien-, Wasser- oder Energieeinsatzes, oder die Reduzierung von Abwasser oder Abfallanfall bzw. die Reduzierung ihrer Belastung. Die IBT-Applikationen werden vorrangig im Bereich End-of-pipe und vereinzelt im Bereich PIUS eingesetzt. Auch negative Effekte wie erhöhter Anfall bzw. Erhöhung der Belastung sind aufgeführt. Nicht berücksichtigt sind IBT-Anwendungen und Produkte, die lediglich die Qualität, Verarbeitbarkeit oder Textur des Endproduktes verändern oder Verfahrensergebnisse verbessern, aber keine nachweisbaren Umweltauswirkungen haben.

Fazit zu umweltbezogenen Einsparpotenzialen:

Das (betriebs-)spezifische Einsparpotenzial lässt sich nur schwer aus Sekundärdaten ermitteln, da die betrieblichen Randbedingungen, unter denen letztlich die Einsparung erzielt werden kann, in der Regel nicht bekannt sind. Zwar sind in der Literatur vereinzelt Angaben zu Einsparungen zu finden, aber insbesondere bei Anwendungen, die noch vor der industriellen Anwendung stehen, gehören die Einsparpotenziale zu den sensiblen und damit kaum veröffentlichten Ergebnissen. Eine Abschätzung der Einsparpotenziale anhand von konkreten Referenzprojekten ist in Tabelle 16-6 (Kap. 16) dargestellt.

Um solche betriebspezifischen Einsparungen zu ermitteln und übertragbar zu machen, bieten sich Demonstrationsprojekte in ausgewählten Schwerpunktbereichen an (z. B. Vergleich mittels ökologischer Kennzahlen, die aus Ökobilanzansätzen abgeleitet werden; Benchmarking).

11 Hemmnisse für den Einsatz von IBT-Applikationen

Als branchenübergreifende Hemmnisse zum Einsatz von IBT-Applikationen sind zu nennen⁵:

- fehlende Aufmerksamkeit und fehlende Informationen und Transparenz sowie Mangel an Bewertungsinstrumenten (Technik – Ökonomie - Ökologie) für den Einsatz von IBT
- Wirtschaftliches Risiko in Verbindung mit fehlender Informations- und Ressourcenbasis
- Technologische Probleme, mangelnde Verfügbarkeit von IBT-Applikationen
- Fehlende Wirtschaftlichkeit
- Technologische Pfadabhängigkeiten (existierende Produktionsverbände)
- Fehlendes Know-how und zu geringe FuE-Dynamik in Anwenderindustrien
- Früherer Fokus auf »End-of-pipe«-Umweltbiotechnologie

Ferner liegen eine Reihe von branchenspezifischen Hemmnissen vor (z. B. mögliche Verwechslung von Gentechnik und IBT in der öffentlichen Wahrnehmung in der Lebensmittelindustrie, nicht erfolversprechende Ergebnisse aus früheren Demonstrationsvorhaben in der Papier-/Zellstoffindustrie). Die folgende Darstellung fasst diese branchenspezifischen Hemmnisse zusammen:

⁵ Quellen: Unternehmensbefragung, Experteninterviews, ISI-BMBF-Studie

Tabelle 11-1: Branchenspezifische Hemmnisse

Branche	Branchenspezifische Hemmnisse:
Lebensmittelindustrie	<ul style="list-style-type: none"> - Fehlende Akzeptanz der Verbraucher für gentechnisch hergestellte Enzyme und gentechnisch veränderte Organismen - Mögliche Verwechslung zwischen Gentechnik und IBT in der öffentlichen Wahrnehmung; zu geringe Verbraucheraufklärung - Unerwünschte Veränderungen der Produktqualität können beim Einsatz industrieller Enzyme auftreten - Restriktionen durch gesetzliche Regelungen - Konflikt zwischen handwerklicher Tradition und industrieller (biotechnologischer) Produktion - kleine Gewinnspannen lassen keine aufwändigen FuE-Prozesse zu - aufwändige Zulassungsverfahren für neue/veränderte Produkte
Zellstoff- und Papierindustrie	<ul style="list-style-type: none"> - Abschreibung hoher Anlageninvestitionen in den 90er-Jahren - geringe Anzahl an Zulieferern für IBT - fehlende Bereitschaft zur Substitution erprobter und beherrschter Verfahren - geringer Nutzen aus IBT-Prozessen - fehlende Akzeptanz infolge negativer Ergebnisse aus früheren Demonstrationsvorhaben
Textilindustrie	<ul style="list-style-type: none"> - kaum finanzielle Spielräume für Investitionen in neue IBT - Überlegenheit von IBT nicht immer gegeben - routinemäßiger industrieller Einsatz von IBT erfordert oft längerfristige und kostspielige FuE-Anpassungsarbeiten → Kosten nicht tragbar - IBT-Nutzen entsteht oft erst in nachgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette
Chemie	<ul style="list-style-type: none"> - Inhärente Nachteile von Biokatalysatoren - Ungünstiges Verhältnis von FuE-Aufwand zu Markterwartungen - Regulierung und Standards für Neuzulassungen von IBT-Verfahren und –Produkten - Konkurrierende Neuentwicklungen verlangsamen die Anwendung und Diffusion biotechnischer Prozesse - »Time to market«-Dominanz bei Feinchemikalien und Pharmaka lässt eine mögliche technologische Vorteilhaftigkeit von IBT-Prozessen häufig nicht zum Tragen kommen

Um aus den übergeordneten und branchenspezifischen Hemmnissen die Verknüpfung zum Handlungskonzept (Beseitigung der Hemmnisse) zu entwickeln, werden die Hemmnisse gemäß nachfolgender Darstellung geordnet und abstrahiert (Negativ-Form) und in Kapitel 13 in Ziele des Handlungskonzepts (Positiv-Form) umgeformt:

Tabelle 11-2: Übersicht Hemmnisse

Hemmnisse (»Hürden«)
1) Aufmerksamkeit und IBT-Bewusstsein Mangelndes Interesse und Bewusstsein sowie fehlende Aufmerksamkeit für IBT
2) Erfolgsfaktor Informationsbasis: Informationsdefizite zu technologischen Lösungen, Marktpotenzialen, Anpassungskosten, potenziellen Kooperationspartnern sowie Förderprogrammen
3) Umsetzung in Industrieprozesse: Hemmnisse bei unternehmerischen Erfolgsfaktoren a) Erfolgsfaktor Technologie: <ul style="list-style-type: none">- Mangelnde Verfügbarkeit geeigneter IBT-Verfahren b) Erfolgsfaktor Mitarbeiter und Know-how: <ul style="list-style-type: none">- Unzureichendes internes IBT-Know-how- Hohe Kosten für die Mitarbeiterqualifizierung- Fehlender Unterstützungsbedarf bei der Netzwerkbildung c) Erfolgsfaktor Kosten: <ul style="list-style-type: none">- Erhöhung der laufenden Produktionskosten beim Einsatz verfügbarer IBT-Verfahren- Hohe Kosten für die Anpassung der Produktionsprozesse- Mangelnde Hilfe bei Finanzierungsfragen d) Erfolgsfaktor Qualität: <ul style="list-style-type: none">- Verschlechterung der Produktqualität durch verfügbare IBT-Verfahren
4) Erfolgsfaktor Markt/Umsatz: <ul style="list-style-type: none">- Fehlende Akzeptanz beim Kunden

Mögliche Gefahrenpotenziale durch den Einsatz von IBT

Es besteht übereinstimmende Einigkeit, dass die industrielle Biotechnologie selbst keine bzw. nur sehr geringe Gefährdungspotenziale aufweist. Die potenzielle Gefahr durch den Einsatz von IBT (z. B. die unerwünschte Freisetzung von Mikroorganismen) wird nicht als Hemmnis gesehen. Es wurde häufiger betont, dass die IBT sogar zur Reduktion von Risiken beitragen kann: Chancen werden vor allem auch im Hinblick auf die Schonung wichtiger Ressourcen gesehen. Das vorhandene Gefährdungspotenzial ist prozessabhängig. In der Regel erfolgt der Einsatz von Enzymen oder Mikroorganismen jedoch in geschlossenen Systemen. Insgesamt sind daher die Gefahrenpotenziale bei der industriellen Biotechnologie gering und haben weder in der Industriebefragung noch bei den Experteninterviews eine Rolle im Sinne von »einsatzhemmend« gespielt.

12 Nationale und NRW-spezifische Beratungskompetenz

In Deutschland und NRW gibt es zahlreiche Netzwerke und Akteure, die sich mit dem Thema industrielle Biotechnologie befassen. Für das Ziel, den Einsatz industrieller Biotechnologie in NRW weiter voranzubringen, ist die Kooperation mit bereits bestehenden Netzwerken und vor allem mit regionalen Akteuren ausgesprochen wichtig.

An dieser Stelle soll näher auf die mögliche Beratungskompetenz in NRW eingegangen werden und wie diese mit den zukünftigen Aktivitäten im Bereich IBT vernetzt werden kann. Eine – unbewertete - Übersicht dazu gibt Bild 12-1, wobei diese Akteure vor allem für die operative Gestaltung von Beratung zur Verfügung stehen könnten.

Bild 12-1:
Mögliche Koordinations- und Netzwerkaktivitäten in NRW

Einrichtung	Schwerpunkte
BIO.NRW e.V.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vertritt Biotechnologie-Unternehmen und die BioRegionen in NRW
CLIB 2021	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Koordination von Forschung und Anwendung im Bereich IBT
EFA NRW	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PIUS und Zugang zu Unternehmen (KMU und Verbänden)
Geschäftsstelle BIO.NRW	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Koordination der BIO.NRW-Initiative des MIWFT NRW, Marketing, Netzwerkarbeit
Hochschulen, FuE-Institute, Brancheninstitute	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IBT- und Branchen-Know-how, Zugang zu Unternehmen, Antragstellung
IHKn, Branchenverbände	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Know-how-Transfer, Zugang zu Unternehmen
Transferstellen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissensverwertung, Schutzrechte, Ausgründungen
ZENIT GmbH	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Innovationsprozesse, Förderprogramme, EU-Networking

Innerhalb der Landesregierung NRW sind verschiedene Ministerien gemäß ihren unterschiedlichen Aufgabenbereichen, z. B. Umwelt, Forschung, Ökonomieaspekte von der Thematik betroffen. Damit Synergieeffekte genutzt werden können, erscheint ein abgestimmtes Vorgehen der beteiligten Landesministerien bei der Erschließung von Anwendungspotenzialen der industriellen Biotechnologie in NRW zielführend. Auf diese Weise können gebündelte, ressortübergreifende Leistungen entwickelt und für die Zielgruppen möglicherweise übersichtlicher und leichter vermittelt werden als bei rein dezentralen Leistungen.

Beratung im Bereich IBT kann und muss auf zwei Ebenen stattfinden:

- **Initialberatung,**
 - um Aufmerksamkeit für IBT zu erhöhen,
 - IBT-Wissen zu verbreiten und zu transferieren und

- Projektentwicklung zu betreiben (Bedarfe abfragen, Projektideen sichten, geeignete Partner auswählen und zusammenbringen, Förderungs- und Finanzierungsfragen klären etc.) sowie
- technische und/oder wissenschaftliche **Fachberatung** zur Entwicklung, Einführung oder Anpassung von IBT-Applikationen im Rahmen von Projekten.

Die **Fachberatung** erfolgt in der Regel durch Fachleute aus Hochschulen, FuE-Einrichtungen, Brancheninstituten sowie durch Unternehmen, die IBT-Applikationen anbieten oder durch deren Verbände oder eigene Netzwerke wie CLIB2021. Hier ist spezielles und vertieftes Know-how erforderlich, das für den jeweiligen Anwendungsfall individuell ausgewählt werden muss.

Die **Initialberatung**, geleistet durch einen Netzwerkknoten als »erste Anlaufstelle« für Interessierte, macht IBT-Themen bekannt, stellt grundlegende Informationen z. B. auf Basis der Ergebnisse dieser Studie bereit und macht im Falle einer erforderlichen Fachberatung Vorschläge für geeignete Berater (vgl. PIUS-Check der EFA). Der Netzwerkknoten bildet somit die zentrale Austauschplattform für die »IBT-Community«, sollte also sowohl über die relevanten Kontakte zu IBT-Anbietern und Anwendern als auch über Orientierungswissen verfügen, um Projektideen einschätzen und fortentwickeln zu können.

Im Laufe der Bearbeitung dieser Studie hat sich gezeigt, dass die vorhandenen Netzwerkstrukturen in NRW eine gute Basis bilden, um einen IBT-Netzwerkknoten mit den vorgenannten Kompetenzen einzurichten. Hier bietet sich eine enge Zusammenarbeit zwischen EFA als etablierter Beratungseinrichtung im Bereich PIUS mit Zugang zu KMU der produzierenden Industrie und CLIB2021 als Vertreter der IBT-Anbieter besonders an. Die Möglichkeiten für eine Kooperation wurden bei einem Expertengespräch erörtert und für positiv befunden. Als weiterer Partner im nordrhein-westfälischen IBT-Netzwerkknoten kommt die Geschäftsstelle BIO.NRW in Frage.

13 Handlungskonzept

Ziel des Handlungskonzepts ist es, für die IBT-Anwenderbranchen ausgehend von diesen existierenden Hemmnissen bzw. Hürden die **Anwendung von Verfahren der industriellen Biotechnologie in den kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) in NRW zu erhöhen**. Die Anwenderbranchen, die in Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt worden sind, umfassen die

- **Hauptanwender- oder Schwerpunktbranchen:** Lebensmittel, Getränke, Futtermittel, Zellstoff-/ Papierverarbeitung, Textilindustrie, Lederindustrie.⁶; Biopolymere als branchenübergreifende IBT-Applikation
- **Nischenanwenderbranchen:** Metallverarbeitung und Oberflächenveredlung, Wasserbehandlung sowie Analytik und Biosensorik.

Aufgrund der identifizierten Hemmnisse bestehen wichtige Aufgaben des Handlungskonzepts darin, die existierenden Informationsdefizite zu beseitigen und potenzielle Anwender-KMU zunächst auf die IBT aufmerksam zu machen und ihr Interesse für die IBT zu wecken (**Stufe 1** des Handlungskonzepts: Projektangänge). Wenn diese Informationshürden genommen sind, müssen gezielte Instrumente in den Bereichen Vernetzung (Know-how-Transfer), Know-how/Qualifikation (Technologieeinführung und –entwicklung) sowie Finanzierung bereitgestellt werden, die an den folgenden Stadien des Adoptionsprozesses ansetzen (**Stufe 2** des Handlungskonzepts: modularer Baukasten nach Aktivierungserfolg).

Um aus den übergeordneten und branchenspezifischen Hemmnissen die Verknüpfung zum Handlungskonzept (Beseitigung der Hemmnisse) zu entwickeln, wurden die Hemmnisse gemäß nachfolgender Darstellung geordnet und abstrahiert (Negativ-Form) und dann in Ziele des Handlungskonzepts (Positiv-Form) umgeformt. D.h. die **Überwindung der Hemmnisse** bildet sich in den **Zielen des Handlungskonzepts** ab (vgl. Tabelle 13-1).

Tabelle 13-1: Hemmnisse und daraus abgeleitete, korrespondierende Ziele des Handlungskonzepts

Hemmnisse (»Hürden«)	Ziele des Handlungskonzepts
1) Aufmerksamkeit und IBT-Bewusstsein Mangelndes Interesse und Bewusstsein sowie fehlende Aufmerksamkeit für IBT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufmerksamkeit und Interesse erzielen und Bewusstsein für IBT bei Entscheidungsträgern in Anwender-KMU erzielen ▪ Vorbehalte gegenüber biotechnologischen Verfahren abbauen
2) Erfolgsfaktor Informationsbasis: Informationsdefizite zu technologischen Lösungen, Marktpotenzialen, Anpassungskosten, potenziellen Kooperationspartnern sowie Förderprogrammen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informationsfluss erleichtern sowie Unsicherheiten und Informationsdefizite zu technologischen Lösungen und Marktpotenzialen abbauen ▪ Transparenz zu Kosten und Nutzen für KMU schaffen (ökonomisch, technolo-

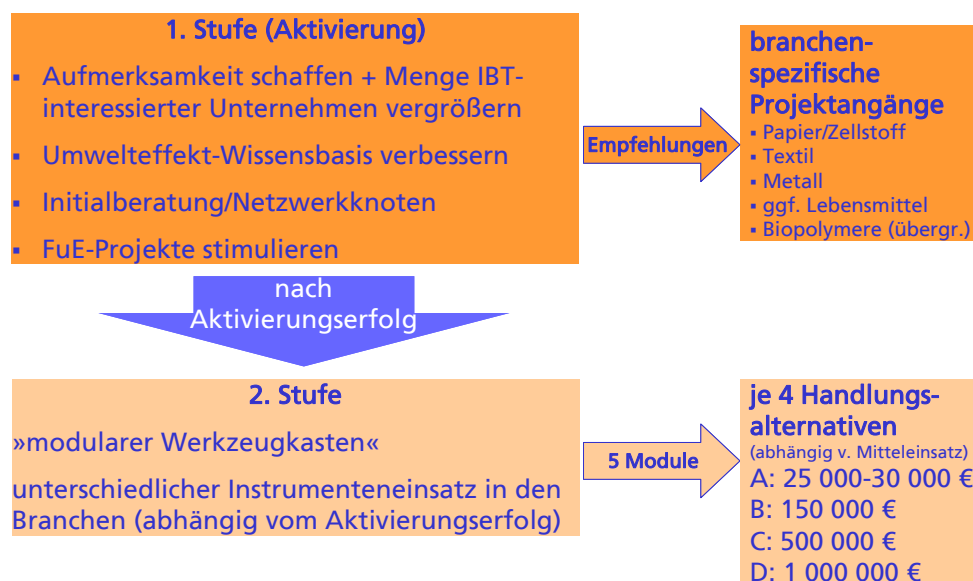
⁶ Obwohl als potenzielle Anwender für IBT-Anwendungen grundsätzlich in Frage kommend wurden folgende Branchen nicht weiter im Detail betrachtet: Biotechnologie–Unternehmen, die Branchen Chemie, Pharma/Medizin und Anlagenbau sowie die Bereiche Bioenergie, Rohstoffgewinnung, Kraftstoffe.

Hemmnisse (»Hürden«)	Ziele des Handlungskonzepts
	gisch, ökologisch)
<p>3) Umsetzung in Industrieprozesse: Hemmnisse bei unternehmerischen Erfolgsfaktoren</p> <p>a) Erfolgsfaktor Technologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mangelnde Verfügbarkeit geeigneter IBT-Verfahren <p>b) Erfolgsfaktor Mitarbeiter und Know-how:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unzureichendes internes IBT-Know-how - Hohe Kosten für die Mitarbeiterqualifizierung - Fehlender Unterstützungsbedarf bei der Netzworfbildung <p>c) Erfolgsfaktor Kosten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung der laufenden Produktionskosten beim Einsatz verfügbarer IBT-Verfahren - Hohe Kosten für die Anpassung der Produktionsprozesse - Mangelnde Hilfe bei Finanzierungsfragen <p>d) Erfolgsfaktor Qualität:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verschlechterung der Produktqualität durch verfügbare IBT-Verfahren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Individuelle Anwendungspotenziale der Anwender-KMU bestimmen ▪ Bedarf der Anwender an vorgelagerte Technologieanbieter kommunizieren ▪ Technologische Weiterentwicklung stimulieren (kosteneffiziente Lösungen, am Anwenderbedarf ausgerichtet) ▪ IBT-Know-how aufbauen (insb. bei Entscheidungsträgern und technischem Fachpersonal in den Anwender-KMU) ▪ IBT-Integration in industrielle Prozesse unterstützen (Erstanwendung, Durchdringung in der Breite) ▪ Finanzierungsmöglichkeiten sowie finanzielle Spielräume aufzeigen ▪ Kooperation initiieren und etablieren (regional, national, international)
<p>4) Erfolgsfaktor Markt/Umsatz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fehlende Akzeptanz beim Kunden 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorbehalte gegenüber biotechnologischen Verfahren abbauen ▪ Nachhaltigen aktiven Dialog mit Anwendern und Endverbrauchern aufbauen

Handlungskonzept in zwei Stufen

Analog zu den Stadien des Adoptionsprozesses (Erkennen einer neuen technologischen Lösung – Interesse – Bewertung – Versuch – Übernahme) wurde das Handlungskonzept in zwei Stufen entwickelt, wobei **Stufe 1** der **Aktivierung** von Unternehmen mittels **konkreter Projektgänge** (vgl. Kap. 14) dient und **Stufe 2** einen **modularen Werkzeugkasten** mit unterschiedlichen Instrumenten darstellt, der je nach Aktivierungserfolg in vier vorgeschlagenen Handlungsalternativen (abhängig vom finanziellen Aufwand) zum Tragen kommen könnte (vgl. Bild 13-1).

Bild 13-1:
Handlungskonzept in
zwei Stufen



Das Handlungskonzept setzt an den Hemmnissen und unternehmerischen Erfolgsfaktoren Informationsbasis, Technologie, Mitarbeiter/Know-how, Kosten und Qualität an. Stufe 1 und Stufe 2 bauen aufeinander auf, weil die Gruppe der IBT-aktiven und IBT-interessierten Unternehmen in den untersuchten Branchen in NRW noch sehr klein ist. Das erste Ziel des Handlungskonzepts sollte daher sein, diese Gruppe zu vergrößern und die Ideenfindung für IBT-Innovationen anzustoßen (**Stufe 1**). Es geht darum, Aufmerksamkeit für IBT zu erzeugen und IBT-Wissen wohldosiert an die entscheidenden Personen in den Unternehmen zu geben, um so möglicherweise Innovationsprozesse im IBT-Sektor auszulösen. Für die Anwendungspotenziale in NRW heißt das konkret, dass sich die finanziellen Mittel für eine mögliche weitergehende Umsetzung des Handlungskonzepts in Stufe 2 daran orientieren müssen, ob es durch die für die 1. Stufe vorgeschlagenen Maßnahmen (vgl. Projektangänge) zu einer merklichen Interessenssteigerung (mehr IBT-aktive Unternehmen) kommt.

Die vorgeschlagenen Projektangänge stellen hoch verdichtete Handlungsempfehlungen für die erste Stufe des Handlungskonzeptes dar. Im Anschluss daran lässt sich das erreichbare Aufmerksamkeitsniveau bewerten und entsprechend dazu lassen sich die Handlungsalternativen der zweiten Stufe des Handlungskonzepts auswählen.

Die Projektangänge gehen von einem niedrigen finanziellen Aufwand zur Umsetzung aus und enthalten folgende Kernmaßnahmen:

- Bildung eines Netzwerkknotens in NRW mittels bestehender Einrichtungen (z. B. EFA, CLIB2021, Geschäftsstelle BIO.NRW)
- Transferierung von IBT-Wissen (z. B. aus dieser Studie) über Veranstaltungen (existierende Veranstaltungen, kleinere Workshops)
- Initialprojekte in den jeweiligen Branchen zur Qualifizierung des Wissens (Umweltentlastung via ökologischer Kennzahlen, Einsatzgrenzen etc.) über IBT-Applikationen – falls durch die ersten beiden Maßnahmen genügend Aufmerksamkeit erzeugt werden kann

- abgestimmtes Vorgehen der Landesregierung bei der Umsetzung von Anwendungspotentialen der industriellen Biotechnologie in NRW zur Nutzung von Synergieeffekten

Die **zweite Stufe** des Handlungskonzepts ist modular und instrumentell aufgebaut und stellt je nach finanzieller Ausstattung vier verschiedene Handlungsalternativen für die weitere Umsetzung bereit. Die Module der Stufe 2 lassen sich anhand zweier Dimensionen charakterisieren (s. Tabelle 13-2):

- (1) **Informationsgehalt:** Allgemeine IBT-Informationen mit geringer Informationstiefe (insb. Modul 1) bis hin zu Informationen mit einem hohen, sehr spezifischen Informationsgehalt (insb. die Module 3 bis 5),
- (2) **Reichweite:** Ansprache eines breiten Publikums potentieller Anwender (insb. Modul 1) bis hin zur konkreten Bewertung, Entwicklung und Implementierung von IBT-Lösungen für interessierte und tatsächliche (d. h. bereits aktive) Anwender (insb. die Module 3 bis 5).

Tabelle 13-2: Module und ihre Ziele

Module, die an den Hemmnissen ansetzen	Ziele des Handlungskonzepts*
<p>Module 1 und 2: Informationsmaterialien bereitstellen, die</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interesse wecken und Aufmerksamkeit erzielen - Informationsdefizite beseitigen und als Basis für unternehmerische Entscheidungen dienen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufmerksamkeit, Interesse und Bewusstsein für die IBT erzielen ▪ Vorbehalte gegenüber IBT abbauen ▪ Unsicherheiten und Informationsdefizite zu technologischen Lösungen, Anpassungskosten und Marktpotenzialen abbauen ▪ Transparenz zu Kosten/Nutzen schaffen (ökonomisch, technologisch, ökologisch)
<p>Modul 3, 4 und 5: Einsatz von Instrumenten, die eine</p> <ul style="list-style-type: none"> - nachhaltige Vernetzung der IBT-Akteure - zielgerichtete Beratung und Qualifikation - effiziente Finanzierung <p>unterstützen können</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nachhaltigen Dialog mit Anwendern aufbauen, um Bedarfe der Anwender-KMU an Technologieanbieter zu kommunizieren ▪ Technologische Weiterentwicklung stimulieren (u. a. kosteneffiziente Lösungen) ▪ IBT-Know-how aufbauen bei technischem Fachpersonal und Entscheidungsträgern ▪ IBT-Kooperation initiieren und etablieren (regional, national, international) ▪ Konkrete Anwendungspotenziale und Anpassungsbedarfe bestimmen ▪ Konkrete IBT-Integration unterstützen ▪ Finanzierungsmöglichkeiten sowie finanzielle Spielräume aufzeigen

* korrespondierend zu den identifizierten Hemmnissen

Zur **Überwindung der Hemmnisse** bzw. Hürden entlang den Stadien des Adoptionsprozesses stehen verschiedene **Instrumente** zur Verfügung. Diese Instrumente unterscheiden sich hinsichtlich des finanziellen, personellen und zeitlichen Ressourceneinsatzes zum Teil deutlich. Daher werden die

Instrumente in Abhängigkeit von der Ressourcenverfügbarkeit vier Handlungsalternativen zugeordnet. In der Alternative A steht für eine mögliche »IBT-Anwenderkampagne NRW« ein angenommenes Budget von rund 25 000 Euro (plus Mittel für Initialveranstaltungen) und damit nur relativ kostengünstige Instrumente zur Verfügung. In der Alternative D hingegen wird angenommen, dass Budgetmittel in Höhe von ca. 1 Mio. Euro für eine umfangreiche mehrjährige Kampagne zur Verfügung stehen.

Hat die Aktivierung in Stufe 1 nur geringen Erfolg, so sollten eher kostengünstige Instrumente aus Handlungsalternative A zum Einsatz kommen. Gelingt es allerdings zukünftig, viele Anwender-KMU für IBT zu aktivieren und im Idealfall ein **IBT-Cluster in NRW** zu bilden, so sollten auch teurere und deutlich wirkungsvollere Instrumente der Alternativen B (Budget: 150 000 Euro), C (Budget: 500 000 Euro) und D in Betracht gezogen werden.

Die Stufe 2 des Handlungskonzeptes versteht sich als Werkzeugkasten, aus dem je nach Zielrichtung der jeweils richtige Instrumentenmix ausgewählt werden kann.

14 Vorschläge für branchenspezifische Projektansätze

Aus der Analyse der IBT-Anwendungen, den Anbieter- und Anwendergruppen, der Industriebefragung, der Untersuchung von Umweltentlastungseffekten durch IBT-Anwendungen und dem modular aufgebauten Handlungskonzept lässt sich folgendes resümieren:

- Die Menge IBT-interessierter bzw. IBT-aktiver Unternehmen in NRW in den ausgewählten und betrachteten Branchen für den Einsatz von IBT-Anwendungen (verfügbar oder kurz vor der Anwendung stehend⁷) ist in NRW gering. Es fehlt an **Aufmerksamkeit** für IBT.
- In einigen Branchen (Lebensmittel, Textil) gehören IBT-Anwendungen – zum Teil seit vielen Jahren – zum **Stand der Technik** und kommen auch zum Einsatz. Die betrieblichen Gründe liegen vor allen Dingen in den Bereichen »Nutzen/Qualität/Effizienz« oder »Kosten«.
- Wenn die IBT-Anwendungen Stand der Technik sind, werden mögliche positive Effekte kaum noch als solche wahrgenommen – sie sind zur **Betriebsroutine** geworden.
- In den betrachteten Branchen liegen relativ wenige IBT-Applikationen vor, für die publizierte und belastbare **Umweltentlastungsergebnisse** im Bereich End-of-pipe und/oder PIUS konkret dokumentiert sind. Dies stellt eine Wissenslücke dar, die ggf. vor einer weiteren Stimulierung von IBT-Applikationen geschlossen werden sollte. Das könnte durch Initialprojekte geschehen, welche konventionelle und IBT-Prozesse vergleichend analysieren (z. B. Vergleich mittels ökologischer Kennzahlen, die aus Ökobilanzansätzen abgeleitet werden; Benchmarking).

⁷ reine Forschung und Entwicklung wurde nicht betrachtet

- Generell scheint das **Wissen** über die Möglichkeiten von IBT-Applikationen, die über langjährig erprobte Systeme hinausgehen, insgesamt noch gering zu sein. Daher ist die Neigung zu Umsetzungs- oder FuE-Projekten in den Unternehmen nicht ausgeprägt. Hier könnte über einen NRW-spezifischen **Netzwerkknoten** eine Initialberatung stattfinden, die gezielte Projekte zum IBT-Einsatz stimuliert.
- IBT-Applikationen für Branchen mit großer ökonomischer Bedeutung in NRW (z. B. Metallverarbeitung, Oberflächenbehandlung) sind erst ansatzweise und insgesamt zu wenig vorhanden. Das Wissen über IBT als industrielle Anwendung ist in diesen Branchen kaum ausgeprägt - allerdings auch in Ermangelung erprobter IBT-Applikationen. Eine stärkere Durchdringung der Branche mit IBT setzt voraus, dass im ersten Schritt mögliche Prozesse oder Prozessstufen identifiziert werden, die ggf. mittels IBT verbessert werden können.
- Generell sind in NRW die Bedingungen zur Schaffung eines IBT-Netzwerkknotens auf der Basis vorhandener Expertise gut. Mit den bereits installierten Einrichtungen »CLIB2021 (IBT-Anbieterseite)«, »Geschäftsstelle BIO.NRW (IBT-Wissenstransfer und –Marketing) sowie der »Effizienzagentur NRW (Beratung zu PIUS)« könnte eine gemeinsame Vorgehensweise abgestimmt und umgesetzt werden, um einen zentralen Ansprechpartner für IBT-Applikationen zu installieren, Aufmerksamkeit für IBT zu erzeugen, branchenspezifische Informationen gezielt zu lancieren und nicht zuletzt um entsprechende IBT-Projekte zu initiieren.
- Weiterhin ist zu überlegen, inwieweit NRW-Aktivitäten mit anderen nationalen oder internationalen Aktivitäten verknüpft werden können. Eine rein bundeslandbezogene Aktivität greift möglicherweise vor dem Hintergrund einer immer internationaler werdenden Wissensgenerierung und –verwertung – auch im Sektor IBT – zu kurz.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden für die konkreten Projektgänge die folgenden Fokusbranchen (auch wegen ihrer wirtschaftlichen Bedeutung in NRW) bzw. branchenübergreifende IBT-Applikationen ausgewählt:

- Papier-/Zellstoffverarbeitung
- Textil
- Metallverarbeitung, Oberflächenveredlung
- Lebensmittel (Sonderanwendungen) und
- branchenübergreifend: Biopolymere.

Die Gruppe der IBT-aktiven und IBT-interessierten Unternehmen in den untersuchten Branchen in NRW ist sehr klein. Das erste Ziel **des Handlungskonzepts** (Stufe 1) sollte daher sein, diese Gruppe zu vergrößern und die Ideenfindung für IBT-Innovationen anzustoßen. Es geht darum, Aufmerksamkeit für IBT zu erzeugen und IBT-Wissen wohldosiert an die entscheidenden Personen in den Unternehmen zu geben, um so möglicherweise Innovationsprozesse im IBT-Sektor auszulösen.

Die Projektgänge werden so verstanden, dass branchenspezifische Projekttypen und Akteure zur Umsetzung benannt werden. Die Projektgänge werden in Tabellenform entwickelt.

Tabelle 14-1: Branchenübergreifende Projektangänge (inkl. Biopolymere)

Projekttyp	Mögliche Akteure	Ziel/Inhalt
Vorstellung von attraktiven Ergebnissen der Studie auf existierenden Veranstaltungen (z. B. BIO-raffiniert, DECHEMA-Jahrestagung, Regionalveranstaltungen der EFA)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ EFA ▪ FhG ISI ▪ FhG UMSICHT ▪ GF-Stelle BIO.NRW 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufmerksamkeit für IBT steigern <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Auswertung Literaturanalyse ▪ IBT-Applikationen inkl. Best practice Beispielen ▪ Biopolymere: Markt und Produkte ▪ Hemmnisse und Chancen (Handlungskonzept)
Flyer: Biopolymere in der Anwendung (Produktbeispiele)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anbieter von Biopolymeren ▪ CLIB2021 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissen über Biopolymere transferieren <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Biopolymere und Verpackung ▪ Biopolymere und Catering ▪ Biopolymere im Automobil ▪ Biopolymere in Konsumgütern
Workshop (1/2 oder 1 Tag): Biopolymere: Markt, Produkte, Ökoeffizienz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ FhG UMSICHT ▪ IHKn 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatzbereiche für Biopolymere präsentieren <p>Zielgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kunststoffverarbeitung ▪ Automobilzulieferer ▪ Verpackungshersteller ▪ Bauindustrie
Initialprojekt zum ökologischen Vergleich von Biopolymeren mit traditionellen Polymeren an ausgewählten Beispielen (z. B. PE* vs. PLA*) – falls genügend Aufmerksamkeit für das Thema vorhanden ist	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ Ministerien (Förderung) ▪ Unis und FuE-Einrichtungen ▪ Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissen über Umweltentlastungseffekte verbessern <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Literaturanalyse zu bestehenden Öko-Vergleichen ▪ Ergebnisvergleich versch. Öko-Bilanzierungs-Tools ▪ Aufstellung von Kennzahlenmodelle ▪ Bewertung
Initialberatung zum Einsatz von Biopolymeren als Netzwerkknoten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ EFA ▪ GF-Stelle BIO.NRW 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissen über Biopolymere transferieren

* PE: Polyethylen (auf fossiler Basis), PLA: Polymilchsäure (auf Basis NawaRo)

Tabelle 14-2: Projektangänge für Branche »Zellstoff- und Papierverarbeitung«

Projekttyp	Mögliche Akteure	Ziel/Inhalt
Vorstellung von Best-practice-Beispielen der Studie auf existierenden (Regional-)Veranstaltungen der EFA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ EFA ▪ FhG ISI ▪ FhG UMSICHT ▪ GF-Stelle BIO.NRW 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufmerksamkeit für IBT steigern <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enzymatisches De-inking ▪ Enzymatische Stickyentfernung ▪ Übersichtsvortrag
Workshop (1/2 oder 1 Tag): IBT-Anwendungen in der Papierindustrie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ EFA ▪ Papiertechnische Stiftung ▪ Verband deutscher Papierfabriken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatzbereiche für IBT präsentieren <p>Zielgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Papierindustrie in NRW
Initialprojekt zum ökologischen Vergleich von IBT-Verfahren in der Papierindustrie – falls genügend Aufmerksamkeit für das Thema vorhanden ist	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ Ministerien (Förderung) ▪ Unis und FuE-Einrichtungen ▪ Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissen über Umweltentlastungseffekte verbessern <p>Typ:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Demonstrationsprojekte (Umweltanalyse) in Betrieben mit und ohne IBT-Anwendung <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Biobleaching ▪ integrierte biologische anaerob/aerobe Wasseraufbereitung ▪ Enzyme für Abbau von Biofilmen
Initialberatung zum Einsatz von IBT als Netzwerkknoten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ EFA ▪ GF-Stelle BIO.NRW 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissen über IBT transferieren

Tabelle 14-3: Projektangänge für Branche » Textilindustrie«

Projekttyp	Mögliche Akteure	Ziel/Inhalt
Erstellung eines branchenspezifischen Leitfadens zu IBT-Anwendungen allgemein und Beispielen mit Umweltentlastungseffekten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ EFA ▪ FhG ISI ▪ FhG UMSICHT ▪ GF-Stelle BIO.NRW 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufmerksamkeit für IBT steigern ▪ Wissen über Umweltentlastungseffekte verbessern <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bio-Scouring ▪ Bleach-Cleanup ▪ Bio-Stoning ▪ Anaerobe Entfärbung
Vorstellung von Best practice Beispielen der Studie auf existierenden (Regional-)Veranstaltungen der EFA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ EFA ▪ FhG ISI ▪ FhG UMSICHT ▪ GF-Stelle BIO.NRW 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufmerksamkeit für IBT steigern <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ s. Leitfaden ▪ Übersichtsvortrag
Workshop (1/2 oder 1 Tag): IBT-Anwendungen in der Textilindustrie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ Deutsches Textilforschungszentrum Nordwest ▪ Deutsches Wollforschungsinstitut ▪ EFA ▪ Gesamtverband der deutschen Textilveredlungsindustrie ▪ Textil- und Bekleidungsverband Nordwest 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatzbereiche für IBT präsentieren <p>Zielgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Textilindustrie in NRW
Initialprojekt zum ökologischen Vergleich von IBT-Verfahren in der Textilindustrie – falls genügend Aufmerksamkeit für das Thema vorhanden ist	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ Ministerien (Förderung) ▪ Unis und FuE-Einrichtungen ▪ Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissen über Umweltentlastungseffekte verbessern <p>Typ:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Demonstrationsprojekte (Umweltanalyse) in Betrieben mit und ohne IBT-Anwendung <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anaerobe Entfärbung
Initialberatung zum Einsatz von IBT als Netzwerkknoten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ EFA ▪ GF-Stelle BIO.NRW 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissen über IBT transferieren

Tabelle 14-4: Projektangänge für Branche »Metallverarbeitung, Oberflächenveredlung«

Projekttyp	Mögliche Akteure	Ziel/Inhalt
Ideenworkshop (1/2 oder 1 Tag): Möglichkeiten für IBT in der Metallverarbeitung und Oberflächenbehandlung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V. ▪ EFA ▪ FhG UMSICHT ▪ Unis und FuE-Einrichtungen ▪ VDEh-Betriebsforschungsinstitut 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatzbereiche für IBT identifizieren <p>Zielgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Metallverarbeitung, Oberflächenbehandlung <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erforderliche Prozessverbesserungen aus Sicht der Industrie ▪ Lösungsmöglichkeiten durch IBT ▪ Anforderungen der Anwender an IBT-Verfahren ▪ Formulierung von FuE-Ideen
Initialprojekt zur grundsätzlichen Einsetzbarkeit von IBT-Verfahren in den relevanten Produktionsprozessen – falls genügend Aufmerksamkeit für das Thema vorhanden ist	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ Ministerien (Förderung) ▪ Unis und FuE-Einrichtungen ▪ Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abschätzung, ob IBT-Verfahren in der Branche einsetzbar sind und Vorteile bieten <p>Typ:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Studienprojekte in Unternehmen <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entfettung ▪ Entrostung ▪ Rückgewinnung von Wertstoffen/Prozessmedien ▪ Biochemische Kupferelimination
Initialberatung zum Einsatz von IBT als Netzwerkknoten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ EFA ▪ GF-Stelle BIO.NRW 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissen über IBT transferieren

Tabelle 14-5: Projektgänge für Branche »Lebensmittel, Getränke, Futtermittel (Sonderanwendungen)«

Projekttyp	Mögliche Akteure	Ziel/Inhalt
Ideenworkshop (1/2 oder 1 Tag): IBT in der Lebensmittelindustrie: Was geht noch?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ EFA ▪ FhG ISI ▪ FhG UMSICHT ▪ Food-Processing Initiative ▪ Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. FEI 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatzbereiche für IBT identifizieren <p>Zielgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lebensmittelindustrie <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermentation von zuckerhaltigen Substraten zu Gluconsäure ▪ Membranbioreaktoren ▪ Formulierung von FuE-Ideen
Initialberatung zum Einsatz von IBT als Netzwerkknoten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CLIB2021 ▪ EFA ▪ GF-Stelle BIO.NRW 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissen über IBT transferieren

Ferner wird empfohlen, dass sich ein **Netzwerkknoten** auf Landesebene bildet. Hierdurch können die Anbieter- und die Transferseite integriert werden, um Leistungen aus einer Hand anbieten zu können. Über diesen Netzwerkknoten sollten arbeitsteilig und je nach Schwerpunkt der jeweiligen Institution die Koordinations-, Beratungs- und Transferangebote gesteuert werden. Dies wird unter dem Projekttyp »**Initialberatung**« verstanden, der für jeden Projektgang vorgeschlagen wird.

15 Fazit der Studie

Im Rahmen der Studie konnten auf Basis von Sekundärdaten, Unternehmens- und Expertenbefragungen IBT-Applikationen identifiziert werden, die im Markt verfügbar sind oder von denen angenommen werden kann, dass sie kurz vor der Anwendung stehen (Anwendungspotenzial). Diese IBT-Applikationen wurden den für NRW relevanten Anwenderbranchen der produzierenden Betriebe (Lebensmittel, Papier, Textil, Metallverarbeitung) zugeordnet.

Für diese IBT-Applikationen und diese Branchen zeigen die Ergebnisse, dass keine »Technologiesprünge« und keine entscheidenden »IBT-Applikations-Innovationen« in den letzten fünf bis sieben Jahren erfolgt sind. Vielmehr sind die verfügbaren IBT-Applikationen – sofern sie betriebstechnische Vorteile aufweisen – in den entsprechenden Unternehmen zur Betriebsroutine geworden. Dort, wo IBT ihre Tauglichkeit bewiesen hat, ist sie meist zum Standard geworden (z. B. Lebensmittel, Textil), wo dies nicht oder noch nicht erreicht werden konnte (z. B. Papier, Metallverarbeitung), wird IBT weniger angewendet oder ist nicht bekannt.

Es fehlt an Aufmerksamkeit und Wissen für das Thema einerseits, es fehlt andererseits aber auch an **innovativen** Erfolgsbeispielen für IBT-Applika-

tionen insbesondere auch mit dem Ziel des produktionsintegrierten Umweltschutzes (PIUS). Konkrete spezifizierte Hemmnisse in den Unternehmen sind:

- fehlende Aufmerksamkeit und fehlende Informationen und Transparenz sowie Mangel an Bewertungsinstrumenten (Technik – Ökonomie - Ökologie) für den Einsatz von IBT
- Wirtschaftliches Risiko in Verbindung mit fehlender Informations- und Ressourcenbasis
- Technologische Probleme
- Fehlende Wirtschaftlichkeit
- Technologische Pfadabhängigkeiten (existierende Produktionsverbände)
- Fehlendes Know-how und zu geringe FuE-Dynamik in Anwenderindustrien
- Fokus auf »End-of-pipe«-Umweltbiotechnologie

Konkrete Daten zu Umweltentlastungseffekten sind wenig publiziert/kaum bekannt und – falls vorhanden – wegen unterschiedlicher betrieblicher Randbedingungen schwer untereinander vergleichbar. Hier muss überwiegend auf qualitative Aussagen zurückgegriffen werden. PIUS-Ansätze bei IBT-Applikationen sind – mit Ausnahme ggf. der Biopolymere - so gut wie nicht nachweisbar. Über Projekte zum ökologischen Vergleich von konventionellen und IBT-basierten Prozessen (z. B. Benchmarking mit ökologischen Kennzahlen) sollte eine bessere Wissensbasis geschaffen werden. Erst wenn eine solche aussagekräftige Wissensbasis für IBT-Applikationen mit bilanzierten Umweltentlastungseffekten vorliegt, können belastbare Aussagen für einen verstärkten Einsatz von IBT mit dem Ziel einer Umweltentlastung bei KMU getroffen werden.

Die Gruppe der IBT-aktiven und IBT-interessierten Unternehmen in den untersuchten Branchen in NRW⁸ ist sehr klein. Das erste Ziel **des Handlungskonzepts** (Stufe 1) sollte daher sein, diese Gruppe zu vergrößern und die Ideenfindung für IBT-Innovationen anzustoßen. Es geht darum, Aufmerksamkeit für IBT zu erzeugen und IBT-Wissen wohldosiert an die entscheidenden Personen in den Unternehmen zu geben, um so möglicherweise Innovationsprozesse im IBT-Sektor auszulösen.

Das vor diesem Hintergrund entwickelte Handlungskonzept berücksichtigt die gefundenen Hemmnisse, fokussiert aber auch die Chancen, die in IBT-Applikationen liegen, indem es zweistufig, modular und instrumentell aufgebaut ist und je nach finanzieller Ausstattung vier verschiedene Handlungsalternativen bereitstellt.

Die vorgeschlagenen Projektgänge stellen hoch verdichtete Handlungsempfehlungen für die erste Stufe des Handlungskonzeptes dar. Im Anschluss daran lässt sich das erreichbare Aufmerksamkeitsniveau bewerten

⁸ Der Fokus der Studie lag auf den Anwenderbranchen Lebensmittel, Papier, Textil, Metallverarbeitung in Nordrhein-Westfalen (NRW). Soweit nicht ausdrücklich anders angegeben, beziehen sich die Aussagen ausschließlich auf diese genannten Branchen und zugehörigen IBT-Applikationen. Es ist zu erwarten, dass die identifizierten Hemmnisse bei den Anwenderunternehmen auch in anderen Bundesländern so oder so ähnlich existieren (vgl. bundesweite ISI-BMBF-Studie, [Nusser-2007]), dies war aber nicht Untersuchungsgegenstand dieser Studie.

und entsprechend dazu lassen sich die Handlungsalternativen des Handlungskonzepts auswählen. Damit liegt erstmals ein Werkzeugkasten vor, aus dem je nach Zielsetzung und Möglichkeiten ein effizienter Mix an Instrumenten zielgruppenspezifisch ausgewählt werden kann.

Die Projektgänge gehen von einem niedrigen finanziellen Aufwand zur Umsetzung aus und enthalten folgende Kernmaßnahmen:

- Bildung eines Netzwerkknotens in NRW mittels bestehender Einrichtungen (z. B. EFA, CLIB2021, Geschäftsstelle BIO.NRW)
- Transferierung von IBT-Wissen (z. B. aus dieser Studie) über Veranstaltungen (existierende Veranstaltungen, kleinere Workshops)
- Initialprojekte in den jeweiligen Branchen zur Qualifizierung des Wissens (Umweltentlastung via ökologischer Kennzahlen, Einsatzgrenzen etc.) über IBT-Applikationen – falls durch die ersten beiden Maßnahmen genügend Aufmerksamkeit erzeugt werden kann
- abgestimmtes Vorgehen der Landesregierung bei der Umsetzung von Anwendungspotentialen der industriellen Biotechnologie in NRW zur Nutzung von Synergieeffekten

Es ist durchaus wahrscheinlich, dass IBT-Applikationen breitere Verwendung als heute auch in der produzierenden Industrie finden werden. IBT wird vor dem Hintergrund einer steigenden stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen bedeutsamer werden.

16 Übersichtstabellen

16.1 Auswertung der Studien

Tabelle 16-1: Zusammenfassung »Technologie/Prozess/Produkt – Anwendungen in den Hauptbranchen«

Branchen →	Chemie*	Pharma/Medizin	Lebensmittel/ Getränke/ Futtermittel	Papier-/Zell- stoffverarbeitung	Textil	Leder	Bioenergie
Technologie/ Prozess/Produkt ↓							
Produkte							
Enzyme (Biokatalyse)/ Proteine	<ul style="list-style-type: none"> Wasch- und Reinigungsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung von »Advanced Pharmaceutical Ingredients« (API) 	<ul style="list-style-type: none"> Stärkeabbau/ Stärkehydrolyse Herstellung von Fruktose Verringerung der Teigviskosität Modifikation von Fetten Entschleimen von Pflanzenölen Erhöhung Ex-trakt-/Saftaus-beute Abbau von Trüb-stoffen Haltbarkeitsstei-gerung Verarbeitung von Fleisch, Fisch, Käse Low-Fat-Eis (eisstrukturierende Proteine) Futtermittelzu-satz (bessere Verwertung) 	<ul style="list-style-type: none"> Stärkemodifika-tion (für Leim) Stärkeabbau Einsatz von Stärke zur Be-schichtung Faseraufberei-tung Entfernung von Störstoffen (Pitch) Bioleiche (Bioleaching) Biopulping (Aufschluss) Deinking (Pa-pierrecycling) Altpapieraufbe-ereitung und Mo-difikation Bekämpfung von Biofilmen 	<ul style="list-style-type: none"> Scouring von Baumwolle Schlichten, Entschlichten Entbasten Bleichen Entfernung von Bleichmittelres-ten (Bleach-Cleanup) Entfetten Bio-Polishing Oberflächenbe-handlung/Struk-turveränderung von Wolle (Anti-Filz, Anti-Pilling, verbesserte Färbbarkeit, Weichheit, Hap-tik) Färben Stonewashing (Biostoning) 	<ul style="list-style-type: none"> Weichen Enthaarung Gerben Beizen Entfernung von Proteinen und Fetten 	<ul style="list-style-type: none"> Konversion von Cellulose in fermen-tierbaren Zucker, z. B. als Substrat für die Ethanolfermenta-tion (Cellulase) Konversion von Stärke in fermentier-baren Zucker (Amy-lasen, Amylogluco-sidasen) Produktion von Methylestern und Biodiesel Verbesserter Auf-schluss von Pflan-zenmaterial für die anaerobe Methangä-rung (Biogaserzeu-gung)
organische Säuren	<ul style="list-style-type: none"> Wasch- und Rei-nigungsmittel Biokunststoffe Harze 	<ul style="list-style-type: none"> Medikamente Dentalanwendun-gen 	<ul style="list-style-type: none"> Lebensmittelzu-sätze Säuerungsmittel Konservie-rungsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> Papiercoatings 	<ul style="list-style-type: none"> Textilfarben auf Wasserbasis Fasern Beschichtungen 		

Branchen →	Chemie*	Pharma/Medizin	Lebensmittel/ Getränke/ Futtermittel	Papier-/Zell- stoffverarbeitung	Textil	Leder	Bioenergie
Technologie/ Prozess/Produkt ↓							
Aminosäuren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kosmetika 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medikamente 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lebensmittelzu- sätze ▪ Geschmacks- verstärker ▪ Süßstoffe ▪ Futtermittelzu- sätze 				
chirale Chemikalien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pflanzenschutz/ Herbizide 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medikamente ▪ Wirkstoffe 					
Antibiotika		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medikamente (Mensch, Tier) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Futtermittelzu- sätze 				
Lipide	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kosmetika 						
Vitamine		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wirkstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lebensmittelzu- sätze ▪ Futtermittelzu- sätze 				
Zuckerarten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermentationsme- dium 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zuckeraus- tauschstof- fe/Süßstoffe ▪ Flüssigzucker ▪ Prebiotika ▪ Stabilisatoren 				
Glycerin	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kosmetika ▪ Farben ▪ Alkydharze ▪ Polyurethane ▪ Substrat für fer- mentative Herstel- lung von 1,3- Propandiol 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medikamente 					
Biopolymere (z. B. PLA, PHA)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biokunststoffe (Verpackungen, Loose-fill-Ver- packungen, techn. Anwendungen) ▪ Hygieneartikel ▪ Klebstoffe ▪ Ionenleitfähige 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Blutersatzstoff ▪ Implantate ▪ Drug Delivery ▪ Trägersysteme für Tissue Engineer- ing ▪ chirurgisches Nahtmaterial 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lebensmittelzu- sätze ▪ Filmbildner ▪ Geschmacks- stoffträger 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fasern ▪ biologisch ab- baubare Fi- schernetze 		

Branchen →	Chemie*	Pharma/Medizin	Lebensmittel/ Getränke/ Futtermittel	Papier-/Zell- stoffverarbeitung	Textil	Leder	Bioenergie
Technologie/ Prozess/Produkt ↓							
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polymere ▪ Toner-/Entwicklerflüssigkeit ▪ Lösungsmittelfreie Latexfarben ▪ Ausgangsprodukt für chirale Substanzen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wundabdeckungen ▪ bioabbaubare Schienen (Brüche) 					
mikrobielle Exopolysaccharide (Xanthan, Pullulan, Oligosaccharide, etc.)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medikamente ▪ Wundbehandlung ▪ Hydratisierung ▪ Verkapselungsmaterial ▪ Membranen für Dialyse 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispersionshilfen ▪ Emulsionsstabilisatoren/-Vermittler ▪ Suspensionsmittel/Suspensionsstabilisatoren ▪ Schaumstabilisator ▪ Kristallbildungsinhibition ▪ Viskositätskontrolle ▪ Verdicker ▪ Geliermittel ▪ Filmbildung ▪ Hydratisierung ▪ Füllstoffe ▪ Verhinderung des Stärkeabbaus ▪ Functional Food ▪ Süßstoffe ▪ Prebiotika 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Suspensionsmittel ▪ Geliermittel ▪ Papiercoatings 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faserstabilisatoren (akustische Membranen) 		
Diole (z. B. 1,2-Propandiol, 1,3-Propandiol, 2,3-Butandiol)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kosmetika ▪ Herstellung ungesättigter Polyester ▪ Enteiser ▪ Frostschutzmittel ▪ Treibstoffzusatz ▪ Lösungsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medikamente 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lebensmittelherstellung 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fasern 		

Branchen →	Chemie*	Pharma/Medizin	Lebensmittel/ Getränke/ Futtermittel	Papier-/Zell- stoffverarbeitung	Textil	Leder	Bioenergie
Technologie/ Prozess/Produkt ↓							
Acrylamid	<ul style="list-style-type: none"> Umwandlung zu 1,3-Butadien Herstellung von Copolymeren 		<ul style="list-style-type: none"> Verdickungsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> Hilfsstoff 	<ul style="list-style-type: none"> Hilfsstoff 		
Verfahren/Prozesse							
Biosynthese	<ul style="list-style-type: none"> Vitaminherstellung Biobasierte Tenside Herstellung von Spezial- und Feinchemikalien sowie teilweise auch Bulkchemikalien 	<ul style="list-style-type: none"> Gewinnung von Hormonen 	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung von Aromastoffen 				<ul style="list-style-type: none"> Bioethanol Biogas
Biomasseherstellung	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung gentechnisch modifizierter Mikroorganismen (einschließlich Genomics, Proteomics, »Designer Bugs« etc.) 		<ul style="list-style-type: none"> Bäckerhefe Futterhefe Starterkulturen 				<ul style="list-style-type: none"> kommerzialisierbare Nebenprodukte aus fermentativer Bioethanolherstellung
Lebensmittel-/Genussmittelherstellung			<ul style="list-style-type: none"> Milchprodukte fermentativ hergestellte Getränke (z. B. Bier, Wein, Fruchtsäfte, Bi-onade) Backwaren milchsäurever-gorenes Gemüse 				
Bioanalytik	<ul style="list-style-type: none"> Prozesssteuerung, Qualitätskontrolle und Überwachung 	<ul style="list-style-type: none"> Diagnostika Prozesssteuerung, Qualitätskontrolle und Überwachung 	<ul style="list-style-type: none"> Molekularbiologische Analyse-/ Nachweisverfahren für Rohstoffe Prozesssteuerung, Qualitäts- 		<ul style="list-style-type: none"> Analytik, Qualitätskontrolle 		

Branchen →	Chemie*	Pharma/Medizin	Lebensmittel/ Getränke/ Futtermittel	Papier-/Zell- stoffverarbeitung	Textil	Leder	Bioenergie
Technologie/ Prozess/Produkt ↓			kontrolle und Überwachung				

* inkl. Wasch- und Reinigungsmittel, Kosmetika, Kunststoffe, Biotechnologie, Agrochemie, Pflanzenschutz

Tabelle 16-2: Zusammenfassung »Technologie/Prozess/Produkt – weitere Branchen - Nischenanwendungen«

Anwendungen →	Metallverarbeitung	Rohstoffgewinnung	Wasserbehand- lung	Oberflächenver- edelung	Kraftstoffe	Anlagenbau	Analytik, MSR
Technologie/ Pro- zess/Produkt ↓							
Enzyme	<ul style="list-style-type: none"> Entfettung von Metalloberflächen 	<ul style="list-style-type: none"> Bioleaching (Erz- und Metallgewinnung) 		<ul style="list-style-type: none"> Entfettung von Metalloberflächen Rückgew. von Metallen aus Galv.schlämmen 			
Mikroorganismen (Bioreaktorverfahren)	<ul style="list-style-type: none"> Behandlung von tensidhaltigen Öl-Wasser-Emulsionen (Heißentfettung) Entrosten Sulfatreduzierung (Zinkproduktion) Ersatz PER-Reinigung und Heißentfettung 		<ul style="list-style-type: none"> Entfernung biologisch abbaubarer Inhaltsstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> Entrosten 	<ul style="list-style-type: none"> Entschwefelung fossiler Kraftstoffe 		
Biopolymere		<ul style="list-style-type: none"> Erdölförderung 					
mikrobielle Exopolysaccharide (Xanthan, Pullulan, Oligosaccharide, etc etc.)		<ul style="list-style-type: none"> Viskositätskontrolle/Schmiermittel (Ölbohrungen) Gelierzmittel (Ölförderung) Flockulantien (Erzextraktion) 	<ul style="list-style-type: none"> Flockulantien 				
Acrylamid		<ul style="list-style-type: none"> Additiv (Ölgewinnung) 	<ul style="list-style-type: none"> Flockungsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> Oberflächenbeschichtung 			
Kaltreiniger auf Pflanzenölbasis	<ul style="list-style-type: none"> Werkzeugreinigung 						

Anwendungen →							
Technologie/ Prozess/Produkt ↓	Metallverarbeitung	Rohstoffgewinnung	Wasserbehandlung	Oberflächenveredelung	Kraftstoffe	Anlagenbau	Analytik, MSR
Biosorption				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Metallentfernung in galv. Bädern 			
Downstream-Processing DSP						<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zulieferung von Komponenten und Geräten 	
Biosensoren (Enzyme, Antikörper, Mikroorganismen)							<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umweltüberwachung und –monitoring ▪ Bioremediation

16.2 Clustering von IBT-Anwendungen und -Anwendern

Tabelle 16-3: Clustering und Zusammenfassung der IBT-Anwendungen – Hauptanwenderbranchen (Quellen: vgl. Literaturverzeichnis)

Hauptanwender-/Schwerpunktbranchen						
Branche	IBT-Anwendung	Verfahren	Produkt	im Markt verfügbar	kurz vor Anwendung	Quellen
Lebensmittel, Getränke, Futtermittel	▪ Einsatz von Enzymen	+	+	+		[Gaisser-2002a]
	▪ Einsatz von Proteinen für Low-Fat Eis	+	+	+		[BMBF-Broschüre-2007]
	▪ Transglutaminasen		+	+		[BIOL-2008], [FEI-2004a], [FEI-2008d], [FEI-2008e]
	▪ Aromastoffe		+	+		[Berger-2007]
	▪ Einsatz spezifischer Milchsäurestämme in der Milchverarbeitung	+		+		[Valentin-2002], [EU-FIC-2008]
	▪ Fermentation von zuckerhaltigen Substraten zu Glucosäure	+		+		[BIONADE-Pat-1996], [BIONADE-2007]]
	▪ Produktion von speziellen Enzymen	+	+		+	[FEI-2008c]
	▪ Herstellung spez. funktioneller Lebensmittelzusatzstoffe	+	+		+	[FEI-2008d]
	▪ Entwicklung von speziellen Starterkulturen	+	+		+	[HDBI-2001], [FEI-2001], [FEI-2004b], [FEI-2006], [FEI-2008a], [FEI-2008b]
	▪ Fermentation von Würze zu organischen Säuren mit Mischkulturen	+	+		+	[IDW-2007], [WiFö-2007]
Zellstoff- und Papierverarbeitung	▪ Modifizierte Stärke als Kleber	+	+	+		[Rubitec-2001], [Putz-2007]
	▪ Enzymatische Altpapieraufbereitung und Deinking	+		+		[Rubitec-2001], [Nusser-2007], [Putz-2007]
	▪ Enzymatische Stickybekämpfung	+		+		[Putz-2007]
	▪ Biobleaching	+		+		[Hager-2003], [Nusser-2007]
	▪ Integrierte biologische anaerob/aerobe Wasseraufbereitung	+		+		[DBU-2004c], [JJS-2007]

Hauptanwender-/Schwerpunktbranchen						
Branche	IBT-Anwendung	Verfahren	Produkt	im Markt verfügbar	kurz vor Anwendung	Quellen
	▪ Einsatz von Cellulasen zur Mahlung von Holz	+		+		[Borchers-2007]
	▪ Enzyme für Abbau von Biofilmen	+			+	[Klahre-2000]
Textilindustrie	▪ Enzymatisches Entschlichten	+		+		[Schönberger-2003], [EC-2007]
	▪ Bio-Scouring	+		+		[Schönberger-2003], [DBU-2005a]
	▪ Bleach-Cleanup	+		+		[Nusser-2007], [EC-2007]
	▪ Bio-Stoning	+		+		[DBU-2004a], [EC-2007]
	▪ Enzymatische Bleiche	+		+		[EC-2007], [CHT-2007]
	▪ Bio-Polishing	+		+		[rubitec-2001], [Nusser-2007], [EC-2007]
	▪ Enzymatisches Verfahren zum Carbonisieren von Wolle	+		+		[Schönberger-2003], [DBU-2005b]
	▪ Enzymatische Antifilzausrüstung von Wolle	+		+		[Schönberger-2003], [Nusser-2007], [FK Textil-2007]
	▪ Enzymatische Behandlung von Wollfasern	+		+		[Nusser-2007], [FK Textil-2007]
	▪ Enzymatisches Entbasten von Seide	+		+		[Gaisser-2002a]
	▪ Anaerobes Verfahren zur Entfärbung von Farbflotten und Restdruckpasten	+		+		[DBU-2002], [Schönberger-2003]
	▪ Enzymatischer Aufschluss von Bastfasern	+			+	[naturfaser-2008], [Fischer-2008]
	▪ Enzymatische Entfernung von Oligomeren bei Polyester-Färbung	+			+	[FK Textil-2007]
Lederindustrie	▪ Enzymatisches Weichen und Beizen	+		+		[rubitec 2001], [ISI 2007]
	▪ Enzymatisches Äschern	+		+		[Hoppenheidt-2004], [Nusser-2007]

Hauptanwender-/Schwerpunktbranchen						
Branche	IBT-Anwendung	Verfahren	Produkt	im Markt verfügbar	kurz vor Anwendung	Quellen
	▪ Enzymatische Vernetzung der Haut	+			+	[PtJ-2008a]
Chemie - Detergentien	▪ Enzyme		+	+		[BMBF-Broschüre-2007], [BMBF-Broschüre-2000]
	▪ Biotenside		+	+		[Saraya-2008], [Soliance-2008]
	▪ Zitronensäure, Natriumcitrat		+	+		[UBA-2008], [Flaschel-2004]
Chemie und Biotechnologie (u.a. Biopolymere)	▪ Exopolysaccharide		+	+		[Hüsing-2003]
	▪ Ectoin und Hydroxyectoin		+	+		[bitop-2008]
	▪ Cyclodextrine (z. B. CAVAMAX®)		+	+		[Gröger-2001], [Wacker-2008]
	▪ Fermentative Herstellung von Valin		+	+		[FNR-2007b]
	▪ Vitamin B2 (Riboflavin)		+	+		[BASF-2007], [DSM-2007], [Transgen-2007], [Wubbolts-2007]
	▪ Polylactid (PLA)		+	+		[NatureWorks-2008]
	▪ Polyhydroxyalkanoate (PHA)		+	+		[Römpf-2008], [Biomer-2008], [Holland-2008]
	▪ Biopolymere Sorona® EP und Hytrei® RS		+		+	[DuPont-2008]
	▪ Polybutylensuccinat (PBS)		+		+	[Mitsubishi-2007]

Tabelle 16-4: Clustering und Zusammenfassung der IBT-Anwendungen – Nischenanwenderbranchen (Quellen: vgl. Literaturverzeichnis)

Nischenanwenderbranchen						
Branche	IBT-Anwendung	Verfahren	Produkt	im Markt verfügbar	kurz vor Anwendung	Quellen
Metallverarbeitung, Oberflächenveredlung	▪ Biosorption bei der Abwasserreinigung	+			+	[Biopro-2008]
	▪ Biologische Entfettung	+		+		[AiF-2006]
	▪ Biochemische Kupferelimination aus Abwässern	+			+	[rubitec-2001], [DBU-2005c]
	▪ Biologische Entfernung von Korrosionsschichten	+			+	[PtJ-2008b], [Schürer-2008]
Wasserbehandlung	▪ Membranbioreaktoren zur Abwasserbehandlung	+	+	+		[Melin-2007]
	▪ Membranbioreaktoren zur Abwasserbehandlung in der Lebensmittelindustrie	+			+	[DBU-2006]
	▪ Membranbioreaktor zur Behandlung tensidhaltiger Öl/Wasser-Emulsionen	+			+	[DBU-2005d], [BI-OPRO-2006]
	▪ Hochsubstituierte kationische Stärke als Flockungshilfsmittel		+		+	[Schwarz-2006], [Lotz-2008]
Analytik, Biosensorik	▪ Biosensorsysteme mit bakteriellen oder enzymatischen Rezeptoren		+	+		[Warsinke-1998], [Tschmelak-2005]
	▪ Microarray		+	+	+	[DBU-2004b], [DBU-2005d], [FEI-2007a]
	▪ Biosensor mit Antikörpern		+	+		[Radhika-2007], [Biosens-2008]
	▪ Innovative Enzym-Biosensoren		+		+	[Qualijuce-2007]
	▪ Kopplung von HPLC und enzymatischen Biosensoren		+		+	[FEI-2007d]
	▪ Innovative molekularbiologische Biosensoren		+		+	[FEI-2007b], [FEI-2007c], [Völzke-2007]

16.3 Umweltentlastungseffekte durch IBT

Tabelle 16-5: Umweltrelevanz von IBT-Anwendungen und –Produkten (+ = positive Effekte, - = negative Effekte; Quellen: vgl. Literaturverzeichnis)

Hauptanwender-/Schwerpunktbranchen									
Branche	IBT-Anwendung/Produkt	Umweltrelevanz Energie	Umweltrelevanz Chemie	Umweltrelevanz Wasser ⁹	Umweltrelevanz Abwasser ¹⁰	Umweltrelevanz Abfall	im Markt verf.	kurz vor Anw.	Quellen
Lebensmittel, Getränke, Futtermittel	▪ Einsatz von Enzymen	+	+			+	+		[Gaisser-2002a]
	▪ Produktion von Pflanzenöl		+					+	[Jung-2008]
Zellstoff- und Papierverarbeitung	▪ Modifizierte Stärke als Kleber	+	+			+	+		[Rubitec-2001], [Putz-2007]
	▪ Biobleaching		+				+		[Hager-2003], [Nusser-2007]
	▪ Integrierte biologische anaerob/aerobe Wasseraufbereitung	+		+	+		+		[DBU-2004c], [JJS-2007]
	▪ Enzyme für Abbau von Biofilmen			+	+			+	[Klahre-2000]
	▪ Einsatz von Cellulasen zur Mahlung von Holz	+			-		+		[Borchers-2007]
	▪ Enzymatisches Entschlichten		+				+		[Schönberger-2003], [EC-2007]
Textilindustrie	▪ Bio-Scouring	+	+	+	+		+		[Schönberger-2003], [DBU-2005a]
	▪ Bleach-Cleanup	+	+	+			+		[Nusser-2007], [EC-2007]
	▪ Bio-Stoning	+		+		+	+		[DBU-2004a], [EC-2007]
	▪ Enzymatische Bleiche		+						[CHT-2007], [EC-2007]
	▪ Enzymatisches Verfahren zum Carbonisieren von Wolle		+				+		[Schönberger-2003], [DBU-2005b]

⁹ im Sinne von Wasserverbrauch

¹⁰ sowohl im Sinne von Mengenreduzierung als auch im Sinne von Reduzierung der Belastung

Hauptanwender-/Schwerpunktbranchen									
Branche	IBT-Anwendung/Produkt	Umwelt-relevanz Energie	Umwelt-relevanz Chemie	Umwelt-relevanz Wasser ⁹	Umwelt-relevanz Abwasser ¹⁰	Umwelt-relevanz Abfall	im Markt verf.	kurz vor Anw.	Quellen
	▪ Enzymatische Antifilzausrüstung von Wolle		+		+		+		[Schönberger-2003], [Nusser-2007], [FK Textil-2007]
	▪ Enzymatisches Entbasten von Seide	+	+		+		+		[Gaisser-2002a]
	▪ Anaerobes Verfahren zur Entfärbung von Farbflotten und Restdruckpasten		+		+		+		[DBU-2002], [Schönberger-2003]
	▪ Enzymatischer Aufschluss von Bastfasern	+	+	+	+			+	[Fischer-2008], [naturfaser-2008]
Lederindustrie	▪ Enzymatisches Weichen und Beizen		+		+		+		[Rubitec-2001], [ISI 2007]
	▪ Enzymatisches Äschern		+		+		+		[Hoppenheidt-2004], [Nusser-2007]
	▪ Enzymatische Vernetzung der Haut		+		+	+		+	[PtJ-2008a]
»Chemie« und »Biotech« als Anbieter	▪ Vitamin B2 (Riboflavin); bei Einsatz als Farbstoff: E 101	+	+	+			+		[BASF-2007], [EuropaBio-2003], [DSM-2007], [Transgen-2007], [Wubbolts-2007]
	▪ Polylactid (PLA), Polyhydroxyalkanoate (PHA)		+				+ ¹¹	+	[NatureWorks-2008], [Römpf-2008], [Biomer-2008], [Holland-2008]
	▪ Polybutylensuccinat (PBS)		+				+	+	[Mitsubishi-2007]
Detergentien	▪ Enzyme	+	+	+			+		[BMBF-Broschüre-2007], [BMBF-

¹¹ Im Sinne von biologischer Abbaubarkeit

Hauptanwender-/Schwerpunktbranchen									
Branche	IBT-Anwendung/Produkt	Umwelt-relevanz Energie	Umwelt-relevanz Chemie	Umwelt-relevanz Wasser ⁹	Umwelt-relevanz Abwasser ¹⁰	Umwelt-relevanz Abfall	im Markt verf.	kurz vor Anw.	Quellen
									Broschüre-2000]
	▪ Biotenside		+				+		[Saraya-2008], [Soliance-2008]
	▪ Wasserenthärter						+		
Metallverarbeitung, Oberflächenveredlung	▪ Biologische Entfettung		+	+	+		+		[AiF-2006]
	▪ Biochemische Kupferelimination aus Abwässern				+	-		+	[rubitec-2001], [Jüschke-2003], [DBU-2005c]
	▪ Biologische Entfernung von Korrosionsschichten		+					+	[Pt.J-2008b], [Schürer-2008]
	▪ Biosorption bei der Abwasserreinigung				+			+	[Biopro-2006], [Schüle-2008]
Wasserbehandlung	▪ Membranbioreaktoren zur Abwasserbehandlung			+	+		+		[Melin-2007]
	▪ Membranbioreaktoren zur Abwasserbehandlung in der Lebensmittelindustrie			+	+			+	[DBU-2006]
	▪ Membranbioreaktor zur Behandlung tensidhaltiger Öl/Wasser-Emulsionen	+	+	+				+	[DBU-2005d], [BIOPRO-2006]
	▪ Hochsubstituierte kationische Stärke		+				+ ¹¹	+	[Schwarz-2006], [Lotz-2008]

Tabelle 16-6: Umweltrelevanz, Zahlen (rot = negative Umwelteffekte, grün = konkrete Zahlen)

Branche	IBT-Anwendung	konkrete Einsparungen
Lebensmittel, Getränke, Futtermittel	▪ Einsatz von Enzymen	keine konkreten Zahlen
	▪ Produktion von Pflanzenöl	keine konkreten Zahlen
Zellstoff- und Papierverarbeitung	▪ Modifizierte Stärke als Kleber	- weniger Energie, keine aggressiven Oxidationsmittel und damit weniger Abfall keine konkreten Zahlen
	▪ Biobleaching	keine konkreten Zahlen
	▪ Integrierte biologische anaerob/aerobe Wasseraufbereitung	Abwassermenge entscheidend verringert, benötigte Frischwassermenge reduziert. Produziertes Biogas wird im fabrikeigenen Kraftwerk als Ersatz für Erdgas energetisch genutzt. keine konkreten Zahlen
	▪ Enzyme für Abbau von Biofilmen	Wassereinsparung durch bessere Wiederverwendbarkeit des Prozesswassers keine konkreten Zahlen
	▪ Einsatz von Cellulasen zur Mahlung von Holz	geringerer Energieaufwand höhere organische Abwasserbelastung
Textilindustrie	▪ Enzymatisches Entschlichten	keine konkreten Zahlen
	▪ Bio-Scouring	Bei enzym. Wäsche u. Bleichen mit red. Konzentrationen an Peroxid und Alkali: Reduzierungen von Spülwasserverbrauch, BSB- und CSB-Fracht um 40 -50 % . Einsparungen beim Wasser-, Chemikalien/Textilhilfsmittel- und Energieverbrauch, Verkürzung der Verfahrenszeiten. Zudem höhere Qualität
	▪ Bleach-Cleanup	Anzahl der Spülvorgänge mit heißem Wasser verringert, Chemikalienverbrauch um 80 %, Wasserverbrauch um 50 %, Energieverbrauch um 20 % reduziert.
	▪ Bio-Stoning	Verringerung der umweltrelevanten Kosten (Wasser, Luft, Abfall) um bis zu 54 %. Wasserverbrauch um 17 %, Energieverbrauch um bis zu 14 % reduziert.
	▪ Enzymatische Bleiche	kein Chloreinsatz keine konkreten Zahlen
	▪ Enzymatisches Verfahren zum Carbo-nisieren von Wolle	keine konkreten Zahlen
	▪ Enzymatische Antifilzausrüstung von Wolle	keine konkreten Zahlen

Branche	IBT-Anwendung	konkrete Einsparungen
	<ul style="list-style-type: none"> Enzymatisches Entbasten von Seide 	<p>geringere Abwasserbelastung und geringerer Energieverbrauch</p> <p>keine konkreten Zahlen</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Anaerobes Verfahren zur Entfärbung von Farbflotten und Restdruckpasten 	<p>Es gibt Fälle, bei denen die Restfarbigkeit des behandelten Abwassers um ca. 50 % reduziert werden konnte.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Enzymatischer Aufschluss von Bastfasern 	<p>Ressourcenminimierte Herstellung von sehr feinen Fasern und bedarfsgerechte Modifikation der Oberflächeneigenschaften von Naturfasern erzielbar. Integrierte biologische Wasserbehandlung ermöglicht komplette Schließung des Wasserkreislaufs.</p> <p>keine konkreten Zahlen</p>
Lederindustrie	<ul style="list-style-type: none"> Enzymatisches Weichen und Beizen 	<p>Bedarf an Chemikalien (Löschkalk, Sulfid, Lösungsmittel u. a.) kann verringert, Prozesszeiten verkürzt werden.</p> <p>keine konkreten Zahlen</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Enzymatisches Äschern 	<p>CSB-Belastung des Abwassers um ca. 60 %, bei Stickstoff um ca. 40 % verringert. Kosten: um 30-40 % verringert.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Enzymatische Vernetzung der Haut 	<p>keine konkreten Zahlen</p>
»Chemie« und »Biotech« als Anbieter	<ul style="list-style-type: none"> Vitamin B2 (Riboflavin); bei Einsatz als Farbstoff: E 101 	<p>Konventionelle 8-stufige chemische Synthese ersetzt durch einen einzigen biotechnologischen Prozessschritt. BASF AG: 12 Rohmaterialien werden durch Zucker ersetzt, 7 Lösungsmittel durch Wasser. Wasserreduzierung in Produktionsanlage in Grenzach beträgt mehr als 75 % und die Kostenersparnis mehr als 20 %.</p> <p>EuropaBio (2003): Kosteneinsparung bis zu 40 %, Umwelteffekte werden insgesamt um 40 % reduziert (CO₂-Emissionen: - 30 %, Ressourcenverbrauch: - 60 %, Abfallanfall - 95 %).</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Polylactid (PLA), Polyhydroxyalkanoate (PHA) 	<p>Substitution fossiler Ressourcen.</p> <p>keine konkreten, belastbaren Zahlen</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Polybutylensuccinat (PBS) 	<p>Biologisch abbaubar, aus nachwachsenden Rohstoffen</p> <p>keine konkreten, belastbaren Zahlen</p>
Detergentien	<ul style="list-style-type: none"> Enzyme 	<p>Einsatz führt in Waschmitteln zur Absenkung der Waschtemperatur → Energieeinsparung, Reduzierter Wasserverbrauch</p> <p>keine konkreten Zahlen</p>

Branche	IBT-Anwendung	konkrete Einsparungen
	▪ Tenside	geringere Toxizität, hohe spezifische Aktivität unter extremen Bedingungen (Temperatur, pH-Wert, Salzgehalt). keine konkreten Zahlen
	▪ Wasserenthärter	Einsatz von biotechnologisch hergestellter Zitronensäure als Wasserenthärter in Waschmitteln (häufig in Kombination mit Zeolith A und in Bad- und WC-Reinigern. Vollständig biologisch abbaubar). keine konkreten Zahlen
Metallverarbeitung, Oberflächenveredlung	▪ Biologische Entfettung	Teilgereinigte Waschlösung kann durch Kreislaufführung bis zu 18 Monate wiederverwendet werden. keine konkreten Zahlen
	▪ Biochemische Kupferelimination aus Abwässern	Chemische Fällung/Sondermüllschlamm sollen weitgehend vermieden werden. Beschleunigter Zementationsprozess im Vergleich zu rein chemischem Prozess. Eliminierungsgrad für Kupfer nahezu 100 %. Reinheitsgrad des ausgefällten Kupfers bei 90 %, konnte durch mehrere Spülschritte auf > 99 % gesteigert werden. keine konkreten Zahlen
	▪ Biologische Entfernung von Korrosionsschichten	Reduzierung von technischen und gesundheitlichen Problemen Verfahren dauert mit ca. 24 Stunden länger als konventioneller Prozess keine konkreten Zahlen
	▪ Biosorption bei der Abwasserreinigung	Metallfracht im Abwasser wird vermindert keine konkreten Zahlen
Wasserbehandlung	▪ Membranbioreaktoren zur Abwasserbehandlung	keine konkreten Zahlen
	▪ Membranbioreaktoren zur Abwasserbehandlung in der Lebensmittelindustrie	keine konkreten Zahlen
	▪ Membranbioreaktor zur Behandlung tensidhaltiger Öl/Wasser-Emulsionen	Konventionell: alkalische Heißentfettung - 60 °C. Membranbioreaktor - 40 °C → Energieeinsparung keine konkreten Zahlen
	▪ Hochsubstituierte kationische Stärke	keine konkreten Zahlen

16.4 Struktur des Handlungskonzepts

Tabelle 16-7: Instrumenteneinsatz für Stufe 1 (Projektangänge) des Handlungskonzepts

Ziele	Vorgeschlagener Instrumenteneinsatz in Stufe 1
Aufmerksamkeit, Interesse und Bewusstsein für die IBT erzielen und erste Vorbehalte gegenüber IBT abbauen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorstellung von attraktiven Ergebnissen der Studie auf existierenden Veranstaltungen ▪ Branchenspezifische, kurze IBT-Flyer oder Leitfäden mit Best-practice-Beispielen → Hohe Praxisorientierung der Inhalte ▪ Branchenspezifische Workshops, bevorzugt ½-tägig, inkl. Gewinnung von Branchenpromotoren ▪ Ideenworkshops zur Stimulierung von FuE-Projekten ▪ Initialprojekte zum ökologischen Vergleich von IBT-Applikationen mit konventionellen Prozessen/Produkten ▪ Initialberatung zum Einsatz von IBT-Applikationen durch Netzwerknoden

Tabelle 16-8: Modulare Bestandteile und Ziele für Stufe 2 des Handlungskonzeptes

Module, die an den Hemmnissen ansetzen	Ziele des Handlungskonzeptes (Hemmnisüberwindung)	Mögliche Instrumente/Maßnahmen ¹²
<p>Module 1 und 2: Informationsmaterialien bereitstellen, die - Interesse wecken und Aufmerksamkeit erzielen - Informationsdefizite beseitigen und als Basis für unternehmerische Entscheidungen dienen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufmerksamkeit, Interesse und Bewusstsein für die IBT erzielen ▪ Vorbehalte gegenüber IBT abbauen ▪ Unsicherheiten und Informationsdefizite zu technologischen Lösungen, Anpassungskosten und Marktpotenzialen abbauen ▪ Transparenz zu Kosten/Nutzen schaffen (ökonomisch, technologisch, ökologisch) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Allgemeine Informationsmaterialien (Info-Flyer, Broschüre), die einerseits per Post und E-Mail versendet und andererseits als Download zur Verfügung gestellt werden können ▪ IBT-spezifische Initialveranstaltung verknüpft mit flankierenden Maßnahmen der Öffentlichkeits- und Pressearbeit ▪ Poster, Plakate, Displays (u. a. für Informationsstände, bei Veranstaltungen) ▪ Informationsstand und/oder Vorträge auf Veranstaltungen (Messen, Ausstellungen, Konferenzen, Tagungen, Kongressen) bei IBT-, Biotechnologie- und branchenspezifischen Veranstaltungen ▪ Allgemeine IBT-Artikel, die in der Regional-, Tages- und/oder Wirtschaftspresse platziert werden ▪ Audiovisuelle IBT-Beiträge (in TV, Hörfunk, Internet)¹³ ▪ Good-Practice-Dokumentationen (u. a. Referenz-Beispiele zu technologischen und organisatorischen Lösungen) ▪ Kosten-Nutzen-Bewertungsinstrumente und Bewertungsraster ▪ Anwenderbranchenspezifische IBT-Leitfäden ▪ Fachdatenbank, die relevante IBT-Literatur bereitstellt ▪ IBT-Leitfaden zu Finanzierung und IBT-Betreibermodellen ▪ Weiterführende IBT-spezifische Informationsveranstaltung ▪ Publikation von spezifischen IBT-Fachbeiträgen ▪ IBT-Wettbewerb (Auslobung eines Preises) ▪ Branchenspezifische vor-Ort-Regionalveranstaltungen bei Anwendern bzw. Anwendergruppen ▪ Wanderausstellungen ▪ Demonstrations- und Pilotprojekte

¹² in Teil G jeweils differenziert nach den – im finanziellen Umfang unterschiedlichen – Handlungsalternativen A, B, C, D sowie jeweils mit einer SWOT-Analyse versehen

¹³ ist ein mögliches Instrument, wird aber hier für keine Handlungsalternative empfohlen

Module, die an den Hemmnissen ansetzen	Ziele des Handlungskonzepts (Hemmnisüberwindung)	Mögliche Instrumente/Maßnahmen ¹²
<p>Modul 3, 4 und 5: Einsatz von Instrumenten, die eine</p> <ul style="list-style-type: none"> - nachhaltige Vernetzung der IBT-Akteure - zielgerichtete Beratung und Qualifikation - effiziente Finanzierung <p>unterstützen können</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nachhaltigen Dialog mit Anwendern aufbauen, um Bedarfe der Anwender-KMU an Technologieanbieter zu kommunizieren ▪ Technologische Weiterentwicklung stimulieren (u. a. kosteneffiziente Lösungen) ▪ IBT-Know-how aufbauen bei technischem Fachpersonal und Entscheidungsträgern ▪ IBT-Kooperation initiieren und etablieren (regional, national, international) ▪ Konkrete Anwendungspotenziale und Anpassungsbedarfe bestimmen ▪ Konkrete IBT-Integration unterstützen ▪ Finanzierungsmöglichkeiten sowie finanzielle Spielräume aufzeigen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IBT-Socializing-Events (u. a. Round Tables, Hintergrundgespräche und Abendveranstaltungen) ▪ Interaktive Veranstaltungen (u. a. Diskussionsrunden, Arbeitskreise, Workshops) ▪ IBT-Stellenbörse (inkl. Vermittlung von Studenten, Praktikanten, Diplomanden, Doktoranden etc.) ▪ Eigenes IBT-Internet-Portal ▪ IBT-Newsletter ▪ Moderierte Online-Diskussions-Foren ▪ IBT-Kooperationsdatenbank ▪ Zentrale Institution als Netzwerkknoten (u. a. Networking, Agenda Setting, Bündelung von Informationen, Ansprache) ▪ Liste konkreter IBT-Ansprechpartner und unabhängiger IBT-Berater ▪ »Initialberatung aus der Ferne« (Quick-Check IBT, nicht vor Ort sondern per Ferndiagnose) ▪ »Vor-Ort-Audits« (Grobanalyse bzgl. Machbarkeit, Nutzen, Kosten und Anpassungsbedarfe) ▪ Umsetzungsberatung (Detailanalysen, Implementierungspläne) ▪ Umsetzungsbegleitung (u. a. Einweisungen, hausinterne Schulung) ▪ Telefon-Hotline und IBT-Sprechstunden ▪ Standardisierte IBT-Weiterbildungsangebote (Seminare/Schulungen) ▪ Personaltausch auf Zeit (informell, kurzfristig) z. B. in Form eines IBT-Praktikums für Mitarbeiter der Anwender-KMU ▪ Direkte Förderung (z. B. IBT-Beratungs-/Implementierungszuschuss) ▪ IBT-Förder-Recherche-Datenbank ▪ IBT-Förderlotse (persönliche Beratung) ▪ Indirekte Förderung (u. a. vergünstigte Kredite, Sonderabschreibungen, steuerliche Erleichterungen)