



Fraunhofer Institut
Systemtechnik und
Innovationsforschung

Bestandsaufnahme der Akteure und Verfahren des produktionsintegrierten Umweltschutzes durch Biotechnologie (PIUS-BT) in Baden-Württemberg

Auswertung der schriftlichen Befragung im Herbst 2002

Dr. Sibylle Gaisser
Dr. Bernhard Bührlen
Dr. Bärbel Hüsing
Dr. René Zimmer

Dezember 2002

Dieser Bericht wurde im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg im Zeitraum Juli bis Dezember 2002 erstellt. Die Befragung wurde im September 2002 durchgeführt.

Autorinnen und Autoren: Dr. Sibylle Gaisser (Projektleitung)
Dr. Bernhard Bührlen
Dr. Bärbel Hüsing
Dr. René Zimmer
Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovations-
forschung
Breslauer Str. 48
76139 Karlsruhe
E-Mail: s.gaisser@isi.fraunhofer.de

Sekretariat: Silke Just

Inhaltsverzeichnis	Seite
Tabellenverzeichnis	i
Abbildungsverzeichnis	ii
1. Einleitung	1
2. Methodik der Befragung.....	3
2.1 Recherche von Akteuren	3
2.2 Fragebogenentwicklung.....	5
2.3 Datenerhebung und Rücklauf.....	5
2.4 Datenanalyse.....	8
3. Ergebnisse der Befragung.....	9
3.1 Akteure und vorhandenes Know-how	9
3.1.1 Branchen.....	9
3.1.2 Vorhandenes Know-how	10
3.1.3 Hindernisse für den Einsatz von PIUS-BT.....	12
3.2 Bedarf für PIUS-BT und für entsprechendes Know-how	13
3.2.1 Charakterisierung der Prozesse	13
3.2.2 Anforderungen an PIUS-BT-Prozesse.....	14
3.2.3 Bedarf an Know-how und an Fördermaßnahmen.....	16
3.3 Entwicklung und Einsatz von PIUS-BT-Verfahren	17
3.3.1 Allgemeine Charakterisierung der PIUS-BT-Verfahren	17
3.3.2 Detaillierte Übersicht zu den Verfahren.....	19
3.3.3 Vorteile und Nachteile der Verfahren	27
3.3.4 Prozesseinführung von PIUS-BT-Verfahren.....	27
3.4 Weiterführende Maßnahmen	28

4. Bewertung der Situation in Baden-Württemberg im nationalen und internationalen Kontext	31
5. Empfehlungen für künftige Aktivitäten	33
5.1 Grundlagen künftiger Aktivitäten.....	33
5.2 Verbesserung der Informationsvermittlung.....	33
5.3 Etablierung von Netzwerken	35
5.4 Verstärkung der FuE-Aktivitäten	35
6. Zusammenfassung	37
6.1 Methodisches Vorgehen	37
6.2 Akteure und vorhandenes Know-how	37
6.3 Bedarf für PIUS-BT und für entsprechendes Know-how	38
6.3.1 Entwicklung und Einsatz von PIUS-BT-Verfahren	38
6.3.2 Weiterführende Maßnahmen	39
6.4 Empfehlungen.....	39
7. Anhang: Fragebogen	41

Tabellenverzeichnis		Seite
Tabelle 2.1:	Quellen für die Akteursrecherche.....	4
Tabelle 2.2:	Typ der angeschriebenen Einrichtungen	4
Tabelle 2.3:	Verteilung der Branchen unter den Angeschriebenen (nur Firmen)	4
Tabelle 2.4:	Rücklauf nach Einrichtungstyp	6
Tabelle 2.5:	Gründe für Antwortausfälle.....	6
Tabelle 3.1:	PIUS-BT relevantes Know-how unter den befragten Akteuren (Mehrfachantworten).....	11
Tabelle 3.2:	Kompetenzen bzw. Aktivitäten der Befragten, die im Bereich PIUS-BT Interessenten angeboten werden können (Mehrfachantworten).....	12
Tabelle 3.3:	PIUS-BT-Verfahren im engeren Sinn (inhaltlich ergänzt durch Informationen aus BMBF-Förderkatalog).....	20
Tabelle 3.4:	PIUS-BT-Verfahren im weiteren Sinn, biotechnologische End-of-Pipe-Verfahren oder Verfahren mit unklarem Zweck.....	24
Tabelle 3.5:	Vorschläge für Angebote des Landes zur Förderung von PIUS-BT	29

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abbildung 1.1: Einsatzmöglichkeiten biotechnologischer und konventioneller Verfahren des produktionsintegrierten Umweltschutzes auf verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette	2
Abbildung 2.1: Überblick über das Akteurspektrum (Anteil am Rücklauf in %).....	7
Abbildung 3.1: Branchen (% der Fälle; Mehrfachantworten).....	10
Abbildung 3.2: Anforderungen, die ein PIUS-BT-Verfahren erfüllen müsste	15
Abbildung 3.3: Bedarf an Know-how für die Optimierung von Prozessen in verschiedenen Produktionsbereichen (Mehrfachantworten).....	16
Abbildung 3.4: Typen von PIUS-BT-Verfahren, die in Baden-Württemberg entwickelt bzw. angewandt werden	18

1. Einleitung

Industrielle Prozesse zur Herstellung und zur Verarbeitung von Produkten sind mit erheblichen Belastungen der Umwelt durch den Verbrauch von Energie und Rohstoffen sowie durch Emissionen von Schadstoffen in Abwässern, Abfällen und Abluft verbunden. Da der nachsorgende Umweltschutz mit seinen End-of-pipe-Technologien zunehmend an seine Grenzen stößt und diese Techniken nur einen geringen Beitrag zur Ressourcenschonung leisten, kommt dem Konzept des produktionsintegrierten Umweltschutzes wachsende Bedeutung zu. Hierbei wird angestrebt, neue Produktionsformen zu finden, bei denen die oben genannten Umweltbelastungen von vornherein möglichst vermieden bzw. verringert werden. Als produktionsintegriert werden in dieser Studie Verfahren bezeichnet, die ein ressourcenschonendes Potenzial haben, da sie es ermöglichen

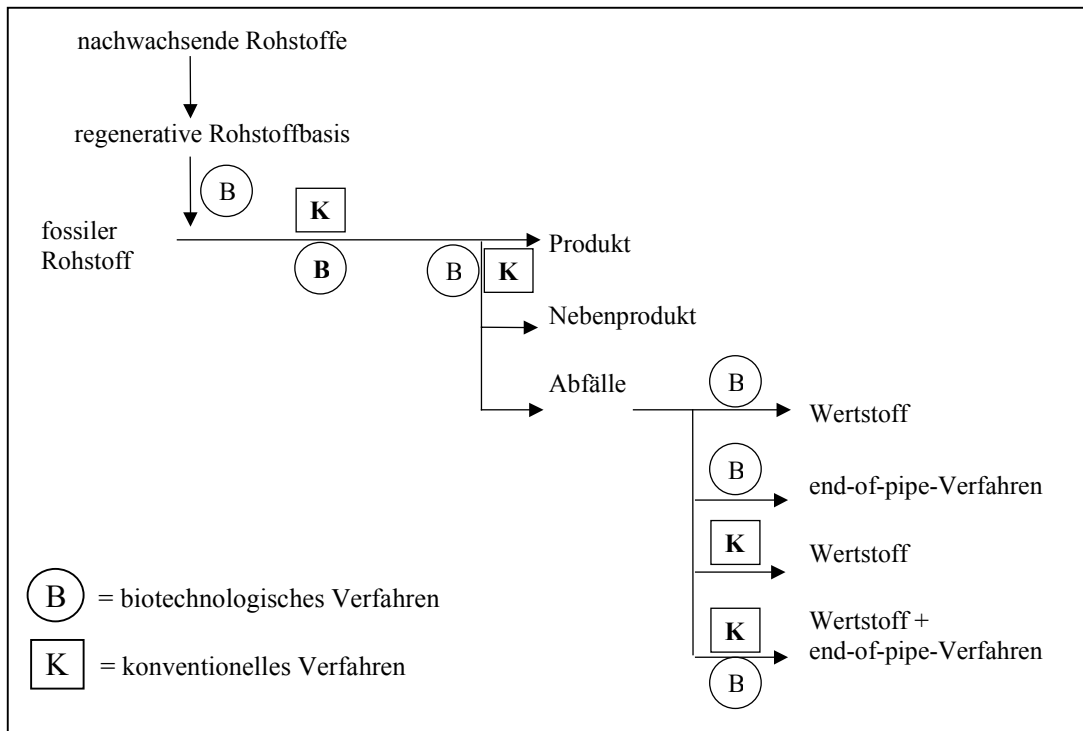
- eine alternative Rohstoffbasis zu erschließen bzw. eine fossile durch eine regenerative Rohstoffbasis zu substituieren,
- den Produktionsprozess für das Produkt ressourcenschonender zu gestalten,
- ein verwertbares Nebenprodukt zu produzieren,
- einen Wertstoff aus Reststoffen zu produzieren,
- einen Wertstoff aus Reststoffen im Rahmen einer Maßnahme des nachsorgenden Umweltschutzes (End-of-pipe-Technologie) zu produzieren.

Abbildung 1.1 gibt eine Übersicht über die verschiedenen Möglichkeiten des produktionsintegrierten Umweltschutzes. Sie zeigt, dass diese Verfahren auf verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette zum Einsatz kommen.

Die vorliegende Befragung analysiert Akteure in Baden-Württemberg, die sich mit der Entwicklung von biotechnologischen Verfahren für den produktionsintegrierten Umweltschutz befassen bzw. diese Verfahren in der industriellen Praxis einsetzen. Für viele Einsatzgebiete im produktionsintegrierten Umweltschutz gibt es konventionelle Verfahren, die parallel zu biotechnologischen Verfahren eingesetzt werden können bzw. einen Einstieg in das Konzept des produktionsintegrierten Umweltschutzes ermöglichen. Sie stellen also eine Art Türöffner für biotechnologische Verfahren dar. In der vorliegenden Studie wurde davon ausgegangen, dass Nutzer konventioneller Verfahren des produktionsintegrierten Umweltschutzes durch ihr Interesse für die Thematik und die bereits erfolgte Beschäftigung mit möglichen (technischen) Lösungsansätzen auch eine gewisse Affinität zu biotechnologischen Verfahren haben können, bzw. dass teilweise in konventionellen Verfahren bereits biotechnologische Teilkomponenten enthalten sind, dies den Nutzern aber u. U. gar nicht bewusst ist. Aus diesem Grund wurden die konventionellen Verfahren in der Erhebung biotechnologischer Verfahren des produktionsintegrierten Umweltschut-

zes in Baden-Württemberg für die in Abbildung 1.1 markierten Phasen der Wertschöpfungskette mit berücksichtigt.

Abbildung 1.1: Einsatzmöglichkeiten biotechnologischer und konventioneller Verfahren des produktionsintegrierten Umweltschutzes auf verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette



2. Methodik der Befragung

2.1 Recherche von Akteuren

Zur Erstellung der zentralen Datenbank wurde zunächst eine breit angelegte Adressdatenbank aufgebaut mit Akteuren des produzierenden Gewerbes aus den Branchen Chemie/Pharma, Papier- und Zellstoff, Lebensmittel- und Getränke sowie Textil, aus Forschungseinrichtungen (Universitäten, Fachhochschulen, fachspezifische Forschungszentren etc.), und mit Dienstleistern (Verbände, Transfereinrichtungen der Hochschulen, Fördereinrichtungen, einschlägige Ingenieurbüros und andere öffentliche oder privatwirtschaftliche Einrichtungen, welche unterstützende Funktionen wahrnehmen, aber weder Waren produzieren noch eigene PIUS-BT-Verfahren entwickeln, wie z. B. Labors, Anlagenbauer, Zulieferer und Transfer-Zentren etc.). Zur Identifizierung möglicher Akteure wurden die folgenden Quellen analysiert:

- Hoppenstedt Marketing-CD Firmendatenbank, Ausgabe 2/2002
- Eigene Recherchen im Internet, in Kongressdokumentationen etc.
- Förderkatalog des BMBF und BMWi
- AK UV: Datenbank des Arbeitskreises Umwelt- und Verfahrenstechnik an den Fachhochschulen in Baden-Württemberg
- BIOCOM: Biotechnologie Jahr- und Adressbuch, herausgegeben von A. Mietzsch im Verlag BIOCOM AG, Berlin
- BTA: Adressdatenbank der Biotechnologie-Agentur Baden-Württemberg aufgebaut während der Pilotphase der Biotechnologie-Agentur am Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung und erweitert während der zweiten Phase im Rahmen der Steinbeis-Aktivitäten
- DBU: Förderkatalog der deutschen Bundesstiftung Umwelt

Es resultierten 1.806 Datensätze. Nach Elimination von Dubletten und offensichtlich nicht zu einer der Zielgruppen gehörenden verblieben 1.781 Datensätze für die Befragung.

Tabelle 2.1: Quellen für die Akteursrecherche

Quelle	Anzahl
Hoppenstedt Firmendatenbank Ausgabe 2/2002	1.472
BTA	123
Eigene Recherchen, v.a. im Internet	118
BIOCOM	49
AK UV	9
DBU	7
Förderkatalog des BMBF und BMWi	3
Summe	1.781

Die Adressen sowie – falls vorhanden oder recherchierbar- Angaben zu Branche, Ansprechpartner und Art der Firma bzw. Einrichtung wurden in einer Datenbank gespeichert. Die meisten Datensätze sind aus der Hoppenstedt-Firmendatenbank, d. h. produzierende Firmen, gefolgt von Forschungseinrichtungen und Dienstleistern. Verbände und Behörden waren nur gering vertreten (Tab. 2.2).

Tabelle 2.2: Typ der angeschriebenen Einrichtungen

Institutionstyp	Anzahl	%
Produzierende Firma	1.512	84,9
Dienstleister	160	9,0
Forschungseinrichtung	93	5,2
Verband	16	0,9
Gesamt	1.781	100

Eindeutig einer Branche zugeordnet werden konnten nur die Firmen, deren Angaben aus der Hoppenstedt-Datenbank stammen, da dort auch Branchencodes enthalten sind (Tab. 2.3).

Tabelle 2.3: Verteilung der Branchen unter den Angeschriebenen (nur Firmen)

Branche	Anzahl	%
Chemie/Pharmazie	385	25,8
Ernährung/Getränke	511	34,2
Textilgewerbe	271	18,2
Papier/Zellstoff	169	11,3
Sonstige	137	9,2
Unbekannt	19	1,3
Gesamt	1492	100

Detailliertere Angaben zur Klassifikation der Akteure wurden in der Befragung erhoben und werden im Kapitel 3 „Ergebnisse der Befragung“ dargestellt.

2.2 Fragebogenentwicklung

Eine erste Version des Fragebogens wurde auf der Basis der Literaturübersicht und der im Angebot formulierten Anforderungen formuliert. Es wurde insbesondere auf einen nicht zu großen Umfang an Fragen geachtet, um den Rücklauf nicht zu gefährden. Ebenfalls um den Aufwand für die Befragten zu minimieren wurden die meisten Fragen geschlossen gestellt und in der Regel Auswahlantworten zum Ankreuzen vorgegeben.

Der Fragebogen wurde in fünf zwei- bis dreistündigen Interviews mit Vertretern der verschiedenen Zielgruppen (Forschung, Unternehmen, Dienstleister) getestet. Dabei wurden insbesondere die Vollständigkeit und Verständlichkeit des Fragebogens mit den Experten diskutiert. Die Anregungen der Interviewpartner wurden in die Endversion des Fragebogens eingearbeitet.

Der Fragebogen setzt sich aus drei Teilen zusammen, einem allgemeinen Teil für alle Befragten, einem Teil für Akteure, die Waren produzieren oder verarbeiten, also für potenzielle Anwender, und einem dritten Teil für solche Einrichtungen, die ein PIUS-BT-Verfahren entwickelt haben oder bereits anwenden. Eine Kopie des Fragebogens findet sich im Anhang.

2.3 Datenerhebung und Rücklauf

Insgesamt wurden 1.781 Unternehmen oder Institutionen angeschrieben. Den Anschreiben lag jeweils neben dem Fragebogen und einer kurzen Erläuterung zum Thema und zum Vorgehen beim Ausfüllen ein Anschreiben des Staatssekretärs im Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg bei. Etwa vier Wochen nach der ersten Versandaktion wurden diejenigen, die noch nicht geantwortet hatten, noch einmal angeschrieben, wobei wiederum der Fragebogen mitgeschickt wurde.

327 Fragebögen kamen auswertbar zurück (153 Fragebögen aus der ersten Befragungsrunde, 174 Fragebögen aus der zweiten Versandaktion), dazu konnten Daten von vier der fünf Pretest-Interviews ausgewertet werden¹, so dass 331 Datensätze

¹ Einer der befragten Verbandsvertreter sah sich nur zu Anmerkungen zum Fragebogen selbst, aber nicht zu inhaltlich auswertbaren Antworten in der Lage.

resultierten. Die meisten Fragebögen wurden entsprechend der hohen Aussendung von Firmen zurück geschickt, mit nur zwei Reaktionen von 16 Angeschriebenen hatten Verbände die schlechteste Rücklaufquote (Tab. 2.4).

Tabelle 2.4: Rücklauf nach Einrichtungstyp

Einrichtungstyp	Verschickt	Rücklauf	
	Anzahl	Anzahl	%
Produzierendes Unternehmen	1.512	236	15,6
Dienstleister	160	12	7,5
Forschungseinrichtung	93	43	46,2
Verband	16	2	12,5
Andere Institutionen	0	17	--
Gesamt	1.781	310	17,4

Von insgesamt 1.471 der Angeschriebenen liegen keine auswertbaren Daten vor. Die Gründe sind in Tabelle 2.5 dokumentiert. Der größte Teil der Ausfälle geht darauf zurück, dass die Angeschriebenen nicht auf die beiden Anschreiben reagierten. Dies beruht sicherlich zu einem großen Teil darauf, dass sie sich nicht angesprochen fühlten, nur wenige teilten aktiv mit, dass sie nicht zur Zielgruppe gehörten. 13 verweigerten die Teilnahme explizit z. B. aus Zeitmangel. Acht Fragebogen kamen mit dem Vermerk „Empfänger unbekannt“ zurück, bei sechs stellte sich heraus, dass die Adressaten versehentlich doppelt angeschrieben worden waren oder dass ein gemeinsamer Fragebogen für zwei kooperierende Einrichtungen ausgefüllt worden war. Zwei Fragebögen konnten nicht mehr ausgewertet werden, da sie lange nach dem Einsendeschluss eintrafen, fünf weitere kamen ausgefüllt, aber nicht identifizierbar zurück, weil das Deckblatt mit der ID-Nummer fehlte.

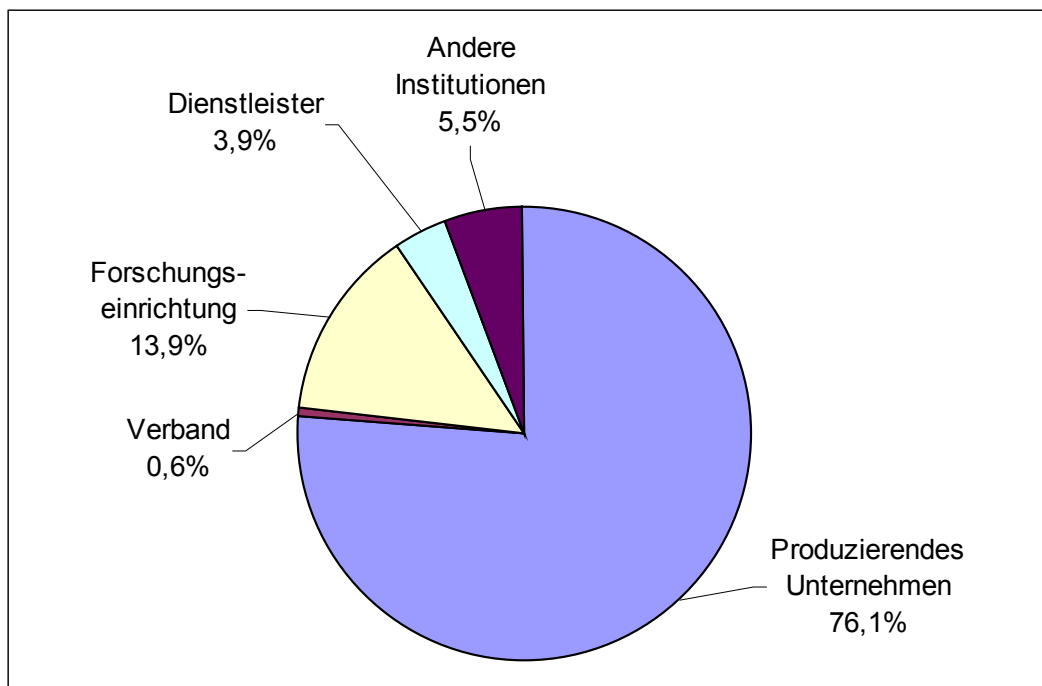
Tabelle 2.5: Gründe für Antwortausfälle

Ursache	Anzahl
Nicht in Zielgruppe	39
Antwort aktiv verweigert	13
Adressat unbekannt	9
Dublette	6
Fragebogen nicht auswertbar zurück	5
Fragebogen nach Analysebeginn zurück	2
Inhaltlich nicht auswertbares Interview	1
Grund unbekannt, keine Reaktion	1.396
Ausfälle gesamt	1.471

Die Nettostichprobe setzt sich wie folgt zusammen:

Mehr als drei Viertel aller 310 auswertbaren Fragebögen wurde von Unternehmen ausgefüllt, 14 % von Forschungseinrichtungen, 4 % von Dienstleistern und unter einem Prozent von Verbänden. Einen Überblick über das Akteurspektrum, das sich an der Befragung beteiligte, gibt die nachstehende Abbildung (Abb. 2.1). 17 Antwortfragebögen wurden von den Befragten zurückgesandt unter Angabe eines anderen Einrichtungstyps als in der ursprünglichen Datenerhebung angenommen (z. B. reines Handelsunternehmen ohne eigene Forschung in Baden-Württemberg, reine Ausbildungseinrichtung ohne Forschungskapazität, Handwerk, Gewerkschaft).

Abbildung 2.1: Überblick über das Akteurspektrum (Anteil am Rücklauf in %)



Die Angeschriebenen wurden gebeten, nur die Fragen zu beantworten, die auf sie zutrafen. Dementsprechend liegen die Antwortraten für Teile des Fragebogens unter der Gesamtzahl der Antwortenden. Für den zweiten Teil der Befragung, der sich an Warenproduzenten oder -verarbeiter richtete, liegen 275 Datensätze vor, für den dritten Teil (Träger von Know-how zu spezifischen Verfahren) 79 Datensätze. 25,5 % der antwortenden Akteure haben also nach eigenen Angaben ein PIUS-BT-Verfahren entwickelt oder wenden eines an.

2.4 Datenanalyse

Die Daten aus den zurückgesandten Fragebögen und aus den Interviews wurden zur statistischen Auswertung in eine Datenbank eingegeben. Zur Datenanalyse wurde das Statistik-Programmpaket SPSS Version 10 eingesetzt, für einen Teil der Auswertungen und die Erstellung von Diagrammen MS-Access und MS-Excel.

3. Ergebnisse der Befragung

Die folgende Ergebnisdarstellung beschreibt zunächst die Akteure in Baden-Württemberg im Feld des produktionsintegrierten Umweltschutzes und den Bedarf für entsprechende Verfahren. Anschließend folgt eine Bestandsaufnahme der Verfahren, die derzeit entwickelt werden oder bereits im Einsatz sind. Schließlich wird auf weiterführende Maßnahmen aus Sicht der Befragungsteilnehmer eingegangen.

3.1 Akteure und vorhandenes Know-how

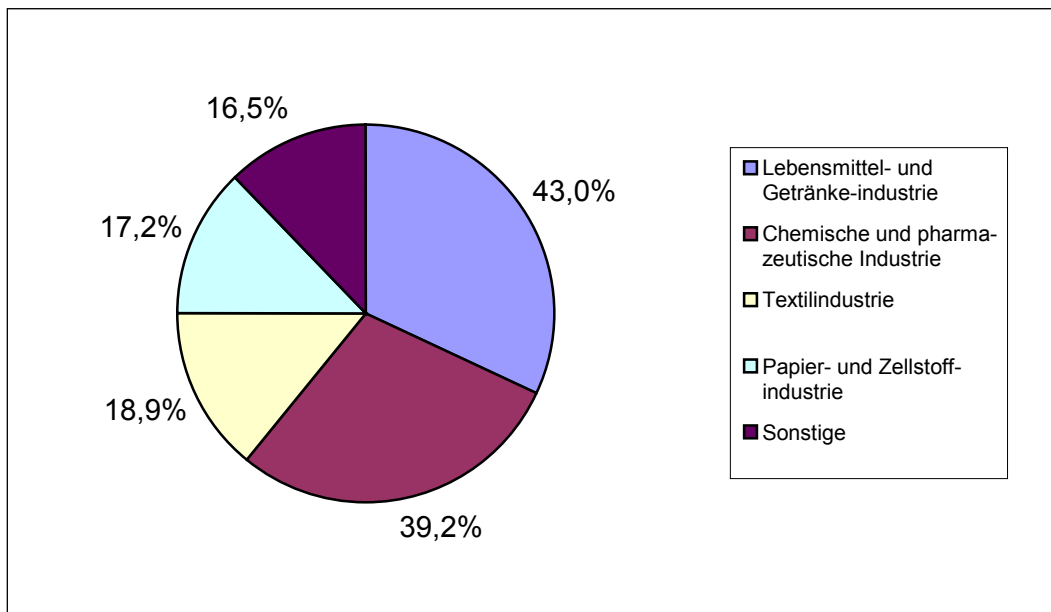
3.1.1 Branchen

Die Branchen, für die das Thema PIUS-BT am meisten Relevanz besitzt, sind die Lebensmittel- und Getränkeindustrie, die chemische und pharmazeutische Industrie, die Textilindustrie und die Papier- und Zellstoffindustrie. Dementsprechend wurde der Schwerpunkt der Aussendung auf diese Branchen gelegt, was sich selbstverständlich auch im Rücklauf zeigt: 43 % der teilnehmenden Firmen und Institutionen arbeiten für die Lebensmittel- und Getränkeindustrie, 39 % für die chemische und pharmazeutische Industrie. Weitere wichtige Branchen sind die Textilindustrie (19 %) sowie die Papier- und Zellstoffindustrie (17 %; Abb. 3.1). Da einige Einrichtungen für mehr als eine Branche arbeiten addieren sich die Prozentwerte zu über 100 %.

Zu den sonstigen Branchen, die insgesamt einen Anteil von 17 % ausmachen, zählen insbesondere Agrarfirmer und Landwirtschaft (z. B. Winzergenossenschaften), Biotechnologie, Druckindustrie sowie Energieversorgung, Abfallwirtschaft, Wasserversorger- und -entsorgung und Forschungs- und Ausbildungseinrichtungen, die sich nicht einer bestimmten Branche zuordnen wollten.

Die antwortenden Unternehmen sind v.a. in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie (33 %) und der chemischen und pharmazeutischen Industrie (25 %) tätig. Die Forschungseinrichtungen arbeiten schwerpunktmäßig für die chemische und pharmazeutische Industrie (31 %) und die Lebensmittel- und Getränkeindustrie (25 %). Dienstleister wie Fördereinrichtungen, Ingenieurbüros oder Unternehmensberater fokussierten ihre Tätigkeit auf die chemische und pharmazeutische Industrie (26 %) und die Textilindustrie (23 %).

Abbildung 3.1: Branchen (% der Fälle; Mehrfachantworten)



3.1.2 Vorhandenes Know-how

147, also fast genau die Hälfte der antwortenden Akteure geben an, dass sie über Know-how verfügen, das für produktionsintegrierten Umweltschutz durch Biotechnologie relevant sein könnte. Unter den Forschungseinrichtungen geben 79 % (34 Einrichtungen) an, entsprechendes Know-how zu besitzen, n=91 bzw. 39 % der Unternehmen, 50 % der Verbände (n=1), 67 % der Dienstleister (n=8) und 77 % der anderen Institutionen (n=13).

19 % der Firmen, die Waren produzieren oder verarbeiten, gaben an, dass in ihrem Betrieb eine Biologin/ein Biologe oder eine entsprechend qualifizierte Person angestellt ist und auf diesem Wege Zugang zu biotechnologischem Fachwissen besteht. 11 % wurden bereits von externen Fachleuten in Sachen Biotechnologie beraten. 69 % aus dieser Gruppe haben bisher keine Erfahrungen mit biotechnologischen Verfahren gemacht.

Welches Know-how bei allen Antworten verfügbar ist kann der nachfolgenden Tabelle 3.1 entnommen werden.

Tabelle 3.1: PIUS-BT relevantes Know-how unter den befragten Akteuren (Mehrfachantworten)

PIUS-BT-relevantes Know-how	Anzahl der Nennungen	% der Fälle
Produktionsintegrierter Umweltschutz allg.	52	35,4 %
Anlagenbau/Verfahrenstechnik	51	34,7 %
Nachwachsende Rohstoffe	44	29,9 %
Fermentationen	42	28,6 %
Bio- und gentechnische Verfahren	33	22,4 %
Enzymtechnologie	32	21,8 %
Biotransformation/Stoffumwandlung/ Stoff- oder Oberflächenbearbeitung	27	18,4 %
Sonstiges Know-how	24	16,3 %

Insgesamt wurden von den 147 Akteuren mit relevantem Know-how 305 Nennungen gemacht, im Mittel also etwa zwei verschiedene Kompetenzbereiche pro Akteur. Auf Grund der zugelassenen Mehrfachnennungen addieren sich die Prozentzahlen in der obigen Tabelle 3.1 zu über 100 %.

Unter der Kategorie ‘Sonstiges Know-how’ wurden weitere Kompetenzen angegeben (wie z. B. Analytische Überwachung, Umweltmanagementsysteme, Membran- und Filtertechnik oder auch Hochschulkontakte), welche weniger spezifisch für PIUS-BT sind. Überhaupt muss davon ausgegangen werden, dass das angegebene Know-how zwar prinzipiell vorhanden ist, aber nicht unbedingt für PIUS-BT eingesetzt wird. Brauereien beispielsweise besitzen Know-how bei Fermentationen und setzen dies auch innerhalb ihrer Produktionsprozesse ein, jedoch nicht zum Zweck einer umweltschutzorientierten Verfahrensoptimierung.

Auf die Frage, welche Kompetenzen bzw. Aktivitäten die Firma oder Institution im Bereich PIUS-BT Interessenten anbieten kann, antworteten mehr als die Hälfte der Befragten mit „keine“. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Vermittlung von Know-how u. Ä. bei den meisten Befragten auch nicht zu ihren Kernaufgaben gehört. Alle Kompetenzen bzw. Aktivitäten, die von Befragungsteilnehmern angeboten werden könnten, können der nachstehenden Tabelle 3.2 entnommen werden.

Tabelle 3.2: Kompetenzen bzw. Aktivitäten der Befragten, die im Bereich PIUS-BT Interessenten angeboten werden können (Mehrfachantworten)

PIUS-BT-Kompetenzen und -Aktivitäten	Anzahl der Nennungen	% der Fälle
Keine anzubieten	204	65,8 %
Vermittlung von Kontakten	27	42,9 %
Individuelle Beratung	26	41,3 %
Know-how zu einem PIUS-BT-Verfahren	22	34,9 %
Literaturanalysen	21	33,3 %
Informationen, Broschüren etc.	18	28,6 %
Weiterbildungsangebote	15	23,8 %
Organisation von Informationsbörsen etc.	8	12,7 %
Finanzielle Unterstützung	0	0 %
Sonstige	11	17,5 %

204 der Befragten oder 66 % können keine PIUS-BT-relevanten Kompetenzen oder Aktivitäten anderen Interessenten anbieten. Von denjenigen, die solche Angebote machen können, können jeweils etwas weniger als die Hälfte Kontakte vermitteln oder individuell beraten. Know-how zu einem Verfahren, Literaturanalysen oder Informationen bzw. Broschüren etc. können etwa ein Drittel der Anbieter zur Verfügung stellen, etwas seltener sind Weiterbildungsangebote. Auch die Organisation von Informationsbörsen wird noch genannt, finanzielle Unterstützung wird von keinem der hier Antwortenden angeboten. Unter den sonstigen Angeboten finden sich u. a. Analytik, Controlling und Projektbearbeitung sowie weitere Angebote, die nicht unbedingt für das erfragte Anwendungsfeld spezifisch sind.

3.1.3 Hindernisse für den Einsatz von PIUS-BT

8,1 % der Befragten geben an, in ihrer Firma oder ihrer Branche würden PIUS-BT-Verfahren bereits ausreichend eingesetzt werden. Die anderen führten verschiedene Hindernisse an, die im Folgenden näher erläutert werden.

Es wurden insgesamt 384 Hindernisse genannt, zum Teil auch mehrere gleichzeitig, da mehrere Angaben pro Person zugelassen waren.

Die wichtigsten Hindernisse waren:

- PIUS-BT-Verfahren sind nicht notwendig (46 % der Antwortenden).
- Möglichkeiten moderner BT-Verfahren nicht ausreichend bekannt (40 %).
- Es fehlt das erforderliche Biotechnologie-Know-how (25 %).

- Es ist noch kein passendes PIUS-BT-Verfahren verfügbar (15 %).
- Der Aufwand für Entwicklung oder Veränderung der Produktionsprozesse wäre zu hoch (10 %).

Weitere Hindernisse, die von den Befragten jedoch nur selten angeführt wurden, kamen vorwiegend aus folgenden Bereichen:

- Einfluss auf Produktqualität
- Mangelnde Akzeptanz bei einem Teil der Kunden
- Mehraufwand, Erhöhung der Produktionskosten
- Verlust von Flexibilität
- Bürokratische Hindernisse von Seiten der Gemeinden oder des Landes
- Mangelndes Know-how, mangelnde Schulung des Personals

3.2 Bedarf für PIUS-BT und für entsprechendes Know-how

Bedarf für produktionsintegrierten Umweltschutz kann insbesondere bei umweltbelastenden Produktionsprozessen entstehen, deshalb wurde dieses Thema vorrangig in der Befragung untersucht. Zudem wird in diesem Abschnitt auf die Anforderungen eingegangen, die ein PIUS-BT-Verfahren aus Sicht der Anwender erfüllen müsste. Anschließend werden der Zugang der Einrichtungen zu relevantem Know-how und der Bedarf an Know-how und Fördermaßnahmen dargestellt.

3.2.1 Charakterisierung der Prozesse

Im Abschnitt für Firmen, die Waren produzieren oder verarbeiten, wurde nach der Umweltverträglichkeit der eingesetzten Produktionsprozesse gefragt. Es konnten mehrere umweltbelastende Aspekte pro Einrichtung gleichzeitig genannt werden (Mehrfachantworten). 31 % der insgesamt 275 Firmen antworteten, dass bei ihnen keine umweltbelastenden Prozesse zum Einsatz kommen. Die anderen zwei Drittel der Betriebe haben ein klares Optimierungspotenzial: In 72 % der restlichen Betriebe werden Prozesse mit hohem Energieverbrauch, in 42 % Prozesse mit vielen Abfällen, Rest- oder Schadstoffen angewandt. 17 % der Befragten setzen in ihren Unternehmen Prozesse ein, bei denen toxische Substanzen beteiligt sind, weitere 22 % sonstige umweltbelastende Prozesse.

Von den Antwortenden, die bereits biotechnologische Prozesse in ihrem Unternehmen einsetzen (n=57 Firmen), gaben 86 % an, dass es sich dabei um End-of-pipe-Techniken handelt. Nur 6 % setzen bereits PIUS-BT-Verfahren ein und 10 % sonstige biotechnologische Verfahren. Bei den genannten End-of-pipe-Techniken handelt es sich überwiegend um Abwasserbehandlung, aber auch die Behandlung von Abluft und von festen Abfällen. Sonstige End-of-pipe-Techniken auf biotechnologischer Basis wie z. B. Fettabscheider werden seltener eingesetzt.

Biotechnologische Verfahren werden in den Betrieben auch eingesetzt, ohne dabei primär Umweltschutzzwecke zu verfolgen, in der Regel als zentrales Element in der Herstellung der Produkte. Dabei handelt es sich vorwiegend um Gärung bzw. Fermentation beispielsweise bei den beteiligten Brauereien, Winzergenossenschaften oder in der Herstellung von Sauerkraut und Essig.

3.2.2 Anforderungen an PIUS-BT-Prozesse

41 % der Antwortenden gaben an, dass bei ihnen beim produktionsintegrierten Umweltschutz ein Optimierungsbedarf besteht. Für zwei Drittel derjenigen, die Optimierungsbedarf äußerten, käme für die Optimierung ein biotechnologisches Verfahren in Frage. Für folgende Produktionsprozesse gaben die Antwortenden Interesse an PIUS-BT-Verfahren an, die allerdings teilweise als dem End-of-Pipe-Segment zugehörig und nicht produktionsintegriert klassifiziert werden müssen:

PIUS-BT-Anwendungen

- Abfallbehandlung und Umwandlung in Energie
- Behandlung von Kreislaufwasser
- Aufarbeitung von Schwermetallen bzw. Metallabfällen
- Abwärmenutzung
- Stoffrestaufarbeitung
- Biochemisches Bleichen
- Altpapieraufbereitung, biochemische Faserregulierung
- BT-Verfahren zur Herstellung von Aroma-Ethern
- Federnwäsche und Trocknung
- Klebstoffherstellung, Polyethanformulierung
- Lösemittelverringering
- Oligomerenvermeidung bei PES-Färbung
- Reduzierung von Strickabfällen, Reduzierung von Schmier- und Reinigungsmitteln in der Strickerei

- Verseifung von Fetten und Ölen zu Glycerin und Na-Fettsäuresalzen
- Verwendung von tierischen Fetten zur Energiegewinnung

End-of-Pipe-Anwendungen

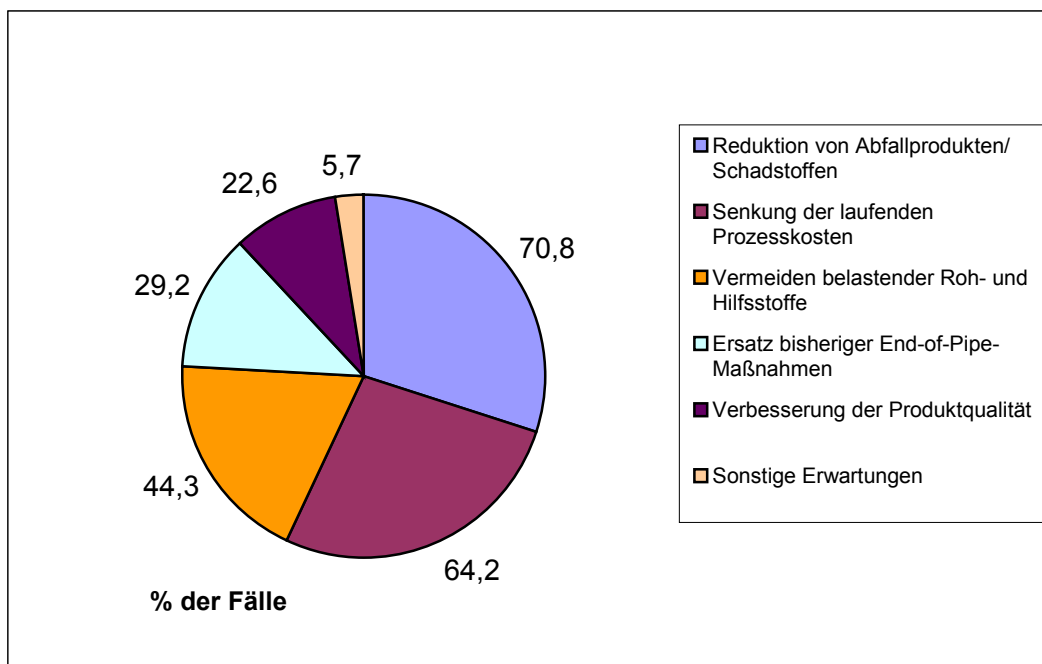
- Abwasserbehandlung
- Abluftbehandlung

Unklare Zuordnung

- Druckprozess

Es wurden pro Person im Mittel zwei bis drei Kriterien gleichzeitig genannt. Die Abbildung 3.2 zeigt, dass die potenziellen Anwender hohe Anforderungen an ein solches Verfahren stellen:

Abbildung 3.2: Anforderungen, die ein PIUS-BT-Verfahren erfüllen müsste



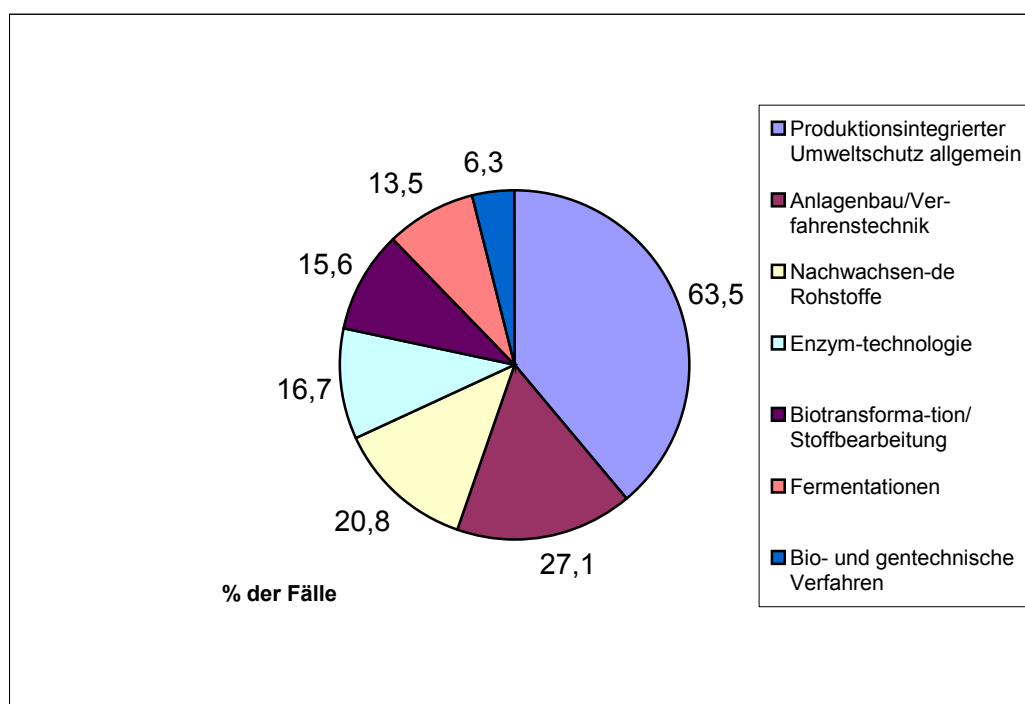
Insbesondere soll es Umweltschutzzwecke realisieren, beispielsweise Abfallprodukte und Schadstoffe reduzieren (70,8 % der Firmen nannten diesen Aspekt), belastende Roh- oder Hilfsstoffe vermeiden helfen oder bisherige End-of-Pipe-Maßnahmen ersetzen, gleichzeitig aber auch die laufenden Prozesskosten senken (64,2 % der Firmen) und die Produktqualität heben (22,6 %). Sonstige Erwartungen spielten eine geringe Rolle.

3.2.3 Bedarf an Know-how und an Fördermaßnahmen

n=84 (26,5 %) der befragten Unternehmen und Institutionen gaben pauschal an, dass sie von Know-how zu PIUS-BT profitieren könnten. Das Interesse kam überwiegend von Akteuren aus dem produzierenden Gewerbe (78 %). 12 % der Interessenten waren Forschungseinrichtungen und je 5 % Dienstleister und andere Institutionen.

Für die Optimierung ihrer Produktionsprozesse würden die Unternehmen (n=159) v.a. im Bereich des produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) allgemein weiteres Know-how benötigen. Auch in den Bereichen Anlagenbau / Verfahrenstechnik und nachwachsende Rohstoffe besteht Know-how-Bedarf. Die folgende Abbildung 3.3 gibt einen Überblick darüber, in welchen weiteren Bereichen Know-how benötigt würde.

Abbildung 3.3: Bedarf an Know-how für die Optimierung von Prozessen in verschiedenen Produktionsbereichen (Mehrfachantworten)



Neben den abgebildeten Bereichen wurde unter der Kategorie „Sonstiges“ Know-how-Bedarf für die Bereiche Abwasserbehandlung und Biogas angemeldet.

In den vergangenen zwölf Monaten wurde Know-how zu PIUS-BT bei insgesamt n=11 Unternehmen bzw. Institutionen, meist zwischen 1 und 5 mal, in einzelnen Fällen jedoch bis zu 100 Mal, nachgefragt. Die Interessenten nach PIUS-BT Know-how kamen v.a. aus anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen.

Nur 32 Akteure haben eigene Erfahrungen mit Unterstützung oder Kooperation zwischen Nutzern und Anbietern von PIUS-BT-Verfahren. Diese Erfahrungen schätzt etwa die Hälfte als gut oder sehr gut ein, immerhin ein Drittel aber auch als schlecht oder sehr schlecht.

3.3 Entwicklung und Einsatz von PIUS-BT-Verfahren

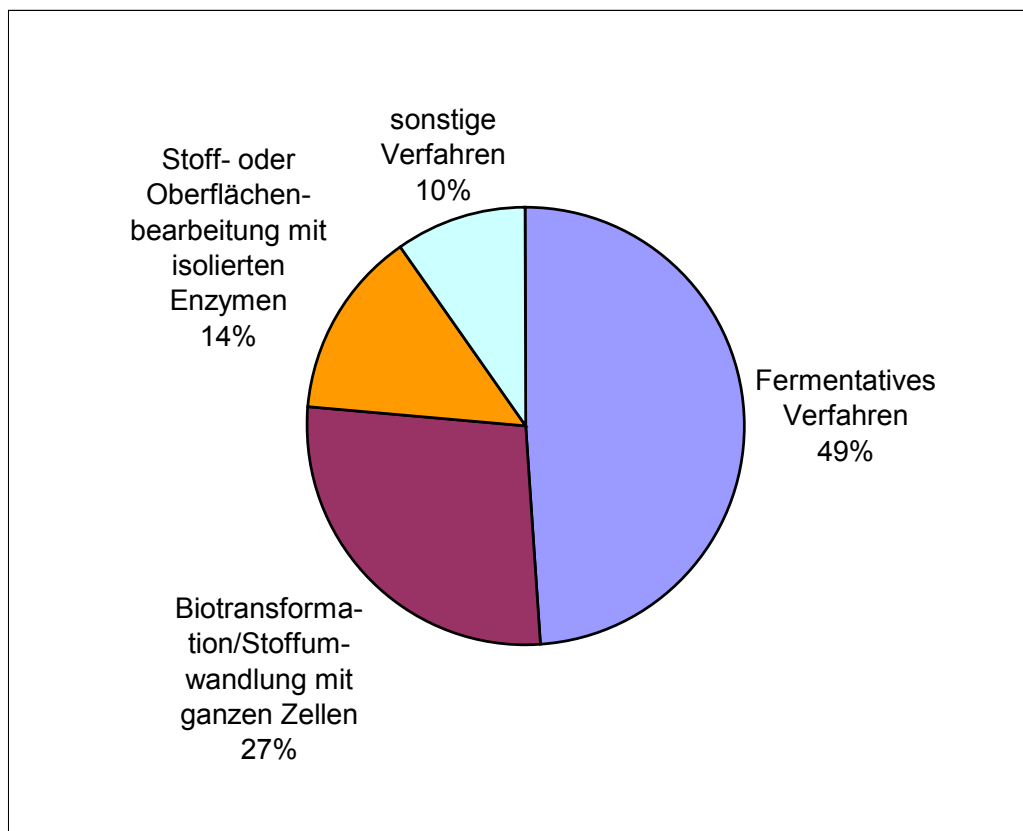
Die folgende Darstellung der PIUS-BT-Verfahren, die von Befragungsteilnehmern entwickelt oder angewandt werden, besteht aus zwei Teilen. Zunächst werden die angegebenen Verfahren grob charakterisiert. Hierfür wurden auch solche Verfahren ausgewertet, die im Fragebogen nicht vollständig beschrieben waren. In Einzelfällen ist es möglich, dass ein hier aufgeführtes Verfahren nicht unter die dieser Studie zu Grunde liegende Definition von PIUS-BT fällt. Dies wurde jedoch in Kauf genommen, um die ganze Bandbreite der Akteure und Verfahren darstellen zu können und um nicht auf Grund einer zu strengen Definition ein (potenzielles) Verfahren zu unterschlagen.

Im zweiten Teil werden die klar dem Bereich PIUS-BT zuordenbaren Verfahren in einer Übersicht einzeln aufgeführt.

3.3.1 Allgemeine Charakterisierung der PIUS-BT-Verfahren

Von den Befragten wurden insgesamt 51 PIUS-BT-Verfahren genannt, die in den jeweiligen Unternehmen entwickelt bzw. angewandt wurden. Dabei handelte es sich fast zur Hälfte (49 %) um fermentative Verfahren, zu 27 % um Biotransformation/Stoffumwandlung mit ganzen Zellen und zu 14 % um Verfahren der Stoff- oder Oberflächenbearbeitung mit isolierten Enzymen. Sonstige PIUS-BT-Verfahren bildeten einen Anteil von 10 % (Abbildung 3.4).

Abbildung 3.4: Typen von PIUS-BT-Verfahren, die in Baden-Württemberg entwickelt bzw. angewandt werden



Die 25 identifizierten fermentativen Verfahren arbeiteten zu 61 % mit Bakterien, zu 29 % mit Pilzen und zu 10 % mit Zellkulturen.

Von den oben genannten 51 PIUS-BT-Verfahren wurde in fünf Fällen mit gentechnisch veränderten Organismen gearbeitet, in einem Fall mit Enzymen, die aus gentechnisch veränderten Organismen stammten, und in zwei weiteren Fällen sowohl mit gentechnisch veränderten Organismen als auch mit Enzymen aus solchen Organismen.

Die eingesetzten PIUS-BT-Verfahren bzw. das dazu vorhandene Know-how (n=36) werden von den Einrichtungen, von denen sie genannt wurden, zu 36 % der chemischen und pharmazeutischen Industrie und zu 31 % der Lebensmittel- und Getränkeindustrie zugeordnet. Aber auch für die anderen beiden Hauptbranchen sowie für weitere Anwendungsgebiete sind Verfahren vorhanden oder in Entwicklung.

Von den genannten Verfahren befinden sich 41 % noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium. 18 % sind industriell anwendungsreif, werden aber noch nicht praktisch angewandt, 41 % der Verfahren werden bereits routinemäßig betrieben.

3.3.2 Detaillierte Übersicht zu den Verfahren

Die im Folgenden aufgeführten Verfahren wurden von den Befragungsteilnehmern eindeutiger beschrieben und können deshalb klarer dem Bereich PIUS-BT zugeordnet werden (Tab. 3.3). Einige widersprüchlich beschriebene Verfahren oder eindeutige Fehlnennungen wurden hierbei nicht weiter berücksichtigt (z. B. „Umweltanalytik mit isolierten Enzymen“), andere wurden in einer zweiten Übersicht den PIUS-BT-Verfahren im weiteren Sinn, biotechnologischen End-of-Pipe-Verfahren oder Verfahren mit unklarem Zweck zugeschlagen (Tab. 3.4).

Tabelle 3.3: PIUS-BT-Verfahren im engeren Sinn (inhaltlich ergänzt durch Informationen aus BMBF-Förderkatalog)

lfd. Nr.	Firma/Einrichtung	Ort	GVO ²	Enzymgentechn. ³	Beschreibung	Status ⁴
Fermentative Verfahren						
– Fermentative Verfahren mit Bakterien						
(1)	Hardthof Fruchtsaft GmbH	Burgstetten				0
(2)	Schwarzwaldmetzgerei Kalbacher GmbH & Co. KG	Lörrach				3
(3)	Universität Stuttgart - Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (ITV)	Denkendorf			Aufschluss von Bastfasern	1
(4)	Fachhochschule Mannheim - Institut für Technische Mikrobiologie - AG Molekulare Mikrobiologie	Mannheim	X		Produktion von Riboflavin, Roseoflavin mit Hilfe von Bakterien	1
(5)	Fachhochschule Mannheim - Institut für angewandte Forschung (IAF)	Mannheim			Umweltfreundlicher Produktionsschritt „Entfettung“	3
(6)	Bundforschungsanstalt für Ernährung - Institut für Verfahrenstechnik	Karlsruhe			Verringerung von Nitratbelastung im Abwasser bei der Produktion von Feldkühspinat	1
(7)	Universität Stuttgart – Technologietransferreferat Zentrale Verwaltung, Dezernat I/2	Stuttgart	X		Hydantoinase - Verfahren, Produktion von Aminosäuren	3
(8)	Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe Abteilung Produktionsprozesse	Stuttgart	X		Umweltgerechte Produktion von Lebensmittelzusatzstoffen	1
(9)	Kerschensteiner-Schule - Berufskolleg für umwelt-schutztechnische Assistenten	Stuttgart			Fermentationstechnik und Ausarbeitung am Beispiel der Produktion von Granaticin A u. B mit <i>Streptomyces olivaceus</i>	0

2 Die verwendeten Organismen sind gentechnisch verändert.

3 Die verwendeten Enzyme stammen aus gentechnisch veränderten Organismen oder wurden mit Hilfe der Gentechnik in ihren Eigenschaften verändert.

4 Status: 0: unbekannt; 1: noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium; 2: industriell anwendungsfähig; wird aber noch nicht praktisch angewandt; 3: wird routinemäßig betrieben.

Fortsetzung Tabelle 3.3

lfd. Nr.	Firma/Einrichtung	Ort	GVO	Enzymgtech.	Beschreibung	Status
– Fermentative Verfahren mit Pilzen						
(10)	Universität Stuttgart - Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (ITV)	Denkendorf			Entwicklung von hocheffizienten biologisch abbaubaren Schlichtemitteln auf Basis von Chitosan	0
(11)	Universität Stuttgart - Fakultät Chemie - Institut für Technische Biochemie	Stuttgart			Etablierung eines optimierten Fermentationsverfahrens	1
(12)	Fachhochschule Mannheim - Institut für angewandte Forschung (IAF)	Mannheim			Eisenentfernung aus Spülbädern nach Eisenbeizen	2
(13)	Universität Stuttgart - Technologietransferreferat Zentrale Verwaltung, Dezernat I/2	Stuttgart			Biodiesel	2
(14)	Fachhochschule Furtwangen - Fachbereich: Maschinenbau- und Verfahrenstechnik	Furtwangen			Ersatz eines petrochemischen Produktes durch ein fermentativ hergestelltes Produkt	2
– Fermentative Verfahren mit Zellkulturen						
(15)	Universität Stuttgart - Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (ITV)	Denkendorf				0
(16)	Ruprecht-Karls-Universität – Institut für Pharmazeutische Biologie	Heidelberg			Entwicklung eines Verfahrens zur Produktion von Podophylotoxinen und Camptothecin mittels Langzeitkultivierung von transformierten Wurzelkulturen in einem neu entwickelten Bioreaktor	1
(17)	Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH) – Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik	Karlsruhe			Physcomitrella patens als Bioreaktor zur Produktion heterologer, pharmazeutisch relevanter Proteine	1
(18)	greenovation	Freiburg			Physcomitrella patens als Bioreaktor zur Produktion heterologer, pharmazeutisch relevanter Proteine	1

Fortsetzung Tabelle 3.3

lfd. Nr.	Firma/Einrichtung	Ort	GVO	Enzymgentech.	Beschreibung	Status
Biotransformationen						
(19)	Universität Karlsruhe - Institut für Ingenieurbiologie und Biotechnologie des Abwassers	Karlsruhe			Biotransformation zur Wertsteigerung	1
(20)	Bio-Logik-Control	Karlsruhe			Abbau von Kohlenwasserstoffen (Öle, Fette) in Spülwässer zur Kreislaufführung von Tensiden in Lebensmittelindustrie, Autowaschanlagen, Metallentfett.	2
(21)	Bio-Logik-Control	Karlsruhe			Entfernung von Eisenverbindungen aus Spülbädern	0
(22)	Universität Stuttgart - Fakultät Chemie - Institut für Technische Biochemie	Stuttgart			Produktion von Cortisol aus 11-Desoxycortisol,	1
(23)	Universität Hohenheim - Institut für Lebensmitteltechnologie FG Biotechnologie (150b)	Stuttgart			Prozessoptimierung der oxidase-katalysierten L-Aminosäurengewinnung	1
(24)	Universität Hohenheim - Institut für Lebensmitteltechnologie FG Biotechnologie (150b)	Stuttgart			Biokatalyse in ionischen Flüssigkeiten	1
(25)	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg - Institut für Pharmazeutische Biologie	Freiburg i.Br.	X		Glucosidierung von Arzneistoffen durch Biotransformation	1
(26)	Universität Stuttgart – Technologietransferreferat Zentrale Verwaltung, Dezernat II/2	Stuttgart	X		Produktion von Aminosäuren	3

Fortsetzung Tabelle 3.3

lfd. Nr.	Firma/Einrichtung	Ort	GVO	Enzymgentech.	Beschreibung	Status
Stoff- oder Oberflächenbearbeitung mit isolierten Enzymen						
(27)	ERICH ROLLER GmbH + CO. KG. Textilausrüstung	Albstadt				3
(28)	HKS Textil-Dienste GmbH	Bad Säckingen				3
(29)	Textilchemie Dr. Petry GmbH	Reutlingen			Antifilzausrüstung von Wolle mit Proteasen	3
(30)	Textilchemie Dr. Petry GmbH	Reutlingen			Biofinishing von Baumwolle (Antipilling-Ausrüstung) durch Cellulase	
(31)	Textilchemie Dr. Petry GmbH	Reutlingen			Zerstörung von Restperoxid nach Bleiche mit Peroxidase	3
(32)	CHT R. Beitlich GmbH	Tübingen		X	Enzymstop	0
(33)	Universität Stuttgart – Technologietransferreferat Zentrale Verwaltung, Dezernat I/2	Stuttgart		X	Hydantoinase - Verfahren	3
(34)	Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe Abteilung Produktionsprozesse	Stuttgart		X		1

Tabelle 3.4: PIUS-BT-Verfahren im weiteren Sinn, biotechnologische End-of-Pipe-Verfahren oder Verfahren mit unklarem Zweck

lfd. Nr.	Firma/Einrichtung	Ort	Fermentation mit			Bio-trans.	Enzym	GVO	Enzym gentech.	Beschreibung	Sta-tus
			Bakt.	Pilz	Zell-kult.						
Verfahren werden vermutlich nicht zum Zweck Umweltschutz eingesetzt											
(1)	Hirschbrauerei Schilling KG	Römerstein			X						0
(2)	Weingärtnergenossenschaft Roßwag-Mühlhausen eG	Vaihingen	X	X							3
(3)	Winzergenossenschaft Achkarren im Kaiserstuhl eG	Vogtsburg	X		X	X					3
(4)	Weingärtnergenossenschaft Roßwag-Mühlhausen eG	Vaihingen	X	X							3
Verfahren werden vermutlich nicht zum Zweck Produktion eingesetzt											
(5)	Universität Stuttgart - Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft	Stuttgart				X				Gläserne Systembiologie	2
(6)	Fachhochschule Konstanz	Konstanz	X							Mikrobiell induzierte Korrosionsvorgänge an nicht rostenden Stählen werden unter definierten Bedingungen im Laborraum geprüft	1

Fortsetzung Tabelle 3.4

Ifd. Nr.	Firma/Einrichtung	Ort	Fermentation mit			Bio-trans.	Enzym	GVO	Enzym gentech.	Beschreibung	Sta-tus
			Bakt.	Pilz	Zell-kult.						
Verfahren sind vermutlich End-of-Pipe-Technologien											
(7)	Universität Karlsruhe - Institut für Ingenieurbio-logie und Biotech-nologie des Abwassers	Karlsruhe	X							Proteolyse von eiweißhaltigen Ver-schmutzungen	1
(8)	Universität Stuttgart - Fakultät Geo- und Biowissenschaften: Institut für Mikrobiologie	Stuttgart	X							Schadstoffabbau	1
(9)	Tilp GmbH	Forchtenberg	X							Abwasser/Fettscheider	3
(10)	Naturella Getränke GmbH & Co. KG	Öhringen	X							Abwasserbehandlung mit Misch- u. Ausgleichsbeckung und Bele-bung/Nachklärung	3
(11)	Universität Stuttgart - Institut für Siedlungswasserbau, Wasser-güte- und Abfallwirtschaft	Stuttgart				X				Abluftreinigung mit neuartigen Reakto-ren	2
(12)	Universität Stuttgart - Institut für Siedlungswasserbau, Wasser-güte- und Abfallwirtschaft	Stuttgart	X							Abbau chlorierter Ethene durch anae-robe Bakterien	1

Fortsetzung Tabelle 3.4

lfd. Nr.	Firma/Einrichtung	Ort	Fermentation mit		Zellkult.	Bio-trans.	Enzym	GVO	Enzym gentech.	Beschreibung	Status
			Bakt.	Pilz							
(13)	Universität Stuttgart - Fakultät Geo- und Biowissenschaften: Institut für Mikrobiologie	Stuttgart				X				Schadstoffabbau	1
(14)	Fachhochschule Konstanz	Konstanz	X							Schwermetallelimination; Denitrifikation und Sulfatreduktion bei der Ausfällung von Schwermetallen aus Industrieabwässern.	1

3.3.3 Vorteile und Nachteile der Verfahren

Da die meisten Akteure keine konkreten Erfahrungen mit PIUS-BT-Verfahren besitzen, konnten sie nur wenige Angaben zu deren Vor- und Nachteilen machen. Deshalb sind die Fallzahlen zu diesen Fragen relativ gering.

Wichtigster Vorteil, den ein PIUS-BT-Verfahren gegenüber Verfahren ohne Biotechnologie oder gegenüber End-of-pipe-Technologien hat, ist aus Sicht der Entwickler und Anwender die Reduktion von Abfallprodukten oder Schadstoffen. Von den insgesamt 30 genannten Vorteilen rangierte dieser Aspekt mit 40 % der Nennungen (von 12 Personen genannt) an erster Stelle. Zweitwichtigster Vorteil war mit 20 % ein höherer ökonomischer Nutzen der PIUS-BT-Verfahren, gefolgt von den Vorteilen geringerer Rohstoffeinsatz, besserer Qualität des Produkts und sonstigen Vorteilen (je 13 %). Unter letzteren wurden u. a. geringere Investitions- und Betriebskosten gesehen.

Nachteile von PIUS-BT-Verfahren gegenüber Verfahren ohne Biotechnologie oder gegenüber End-of-pipe-Technologien wurden noch seltener genannt. Hauptnachteil, jedoch nur von fünf Personen genannt, ist ein höherer Personaleinsatz. Aber auch ein höherer ökonomischer Aufwand wurde als Nachteil gesehen (n=4). Als weitere Nachteile wurden Vermehrung von Abfallprodukten und Schadstoffen, geringere Qualität des Produkts und die Notwendigkeit von mehr Fachkompetenz und geschultem Personal genannt.

3.3.4 Prozesseinführung von PIUS-BT-Verfahren

Von denjenigen Unternehmen, die PIUS-BT-Verfahren einsetzen oder entwickeln, wurden insgesamt 29 Probleme genannt, die die Prozesseinführung mit sich brachte. Wichtigstes Problem war mit 34 % der Nennungen das Finden von Kooperationspartnern. Ebenfalls ein sehr wichtiges Problem war die Unsicherheit bezüglich des Erfolgs (31 %). Probleme von geringerer Bedeutung waren der Erwerb des Know-hows (14 %), hohe Investitionskosten (10 %) und sonstige Probleme wie das Abrücken von internationalen Standards und die Lagerstabilität von Produkten.

Bei der Prozesseinführung von PIUS-BT-Verfahren erhielten die Unternehmen vor allem aus öffentlichen Förderprogrammen und von den Anbietern der Technik bzw. des Verfahrens (je 32 % der Nennungen) Unterstützung (bei insgesamt 22 Nennungen). Zu 23 % wurde mit Forschungseinrichtungen und zu 14 % mit anderen Firmen, die PIUS-BT-Verfahren anwenden, kooperiert.

In der Regel ging es bei den Kooperationen um allgemeine Auskünfte und Informationsmaterial (24 %), um finanzielle Unterstützung (24 %), um Beratung und Unterstützung bei der Prozesseinführung (je 19 %) und sonstige Unterstützung (14 %).

3.4 Weiterführende Maßnahmen

Etwa 26 % der Unternehmen bzw. Institutionen sehen einen großen oder sehr großen Bedarf an fördernden und flankierenden Aktivitäten zu PIUS-BT, jeweils weitere 14 bis 15 % einen mittelgroßen bzw. geringen Bedarf. 45 % der Unternehmen bzw. Institutionen sehen bei sich keinen Bedarf an solchen Maßnahmen.

Bisher bekannt sind den Befragten Fördermaßnahmen der Bundesstiftung Umwelt (DBU), des BMBF, der Biotechnologie-Agentur Baden-Württemberg, des Landes (Förderung von KMU durch das Land Baden-Württemberg, Aktivitäten des Landes zum produktionsintegrierten Umweltschutz (BW-PIUS)) und der Volkswagenstiftung. Ohne weitere Spezifikation genannt wurden auch EU- Programme sowie die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AIF).

Auf Seiten der Informationsangebote wurden folgende Quellen als bekannt angegeben:

- Seminare in Baden-Württemberg zum Thema Biotechnologie
- Weiterbildung in Kursen (keine nähere Angabe zu den Veranstaltern, Inhalten oder Lokalitäten)
- Vorträge in Weihenstephan
- Info von Fachzeitschriften und Verbänden
- Umweltstandard nach ISO
- IHK-Stuttgart
- Fachausschüsse

Unter den Akteuren besteht insbesondere Interesse an Informationen und Broschüren (32 %). Doch auch andere Angebote des Landes Baden-Württemberg zu PIUS-BT wie finanzielle Unterstützung (19 %), individuelle Beratung (18 %) und Vernetzung der Akteure (15 %) würden auf Interesse stoßen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick darüber, welche Angebote das Land Baden-Württemberg machen sollte (Tab. 3.5).

Tabelle 3.5: Vorschläge für Angebote des Landes zur Förderung von PIUS-BT

	Anzahl der Nennungen	% der Fälle
Informationen, Broschüren etc.	142	70
Finanzielle Unterstützung, Steuererleichterungen, Fördermaßnahmen	77	37,9
Individuelle Beratung	78	38,4
Vernetzung von Anbietern und Nutzern	65	32
Weiterbildungsangebote, Kongresse	42	20,7
Veränderung von Regelungen, Umweltstandards ...	30	14,8
Sonstige Vorschläge	10	4,9

Die sonstigen Vorschläge bezogen sich darauf, biotechnologische Verfahren verstärkt in die Lehrpläne aufzunehmen, eine Reduzierung des Verwaltungsaufwands für entsprechende Vorhaben an den Universitäten und die Entwicklung und Standardisierung von Verfahren.

156 Firmen/Institutionen (55 %), die auf diese Frage geantwortet haben, hätten Interesse an der Vertiefung des Themas „Produktionsintegrierter Umweltschutz durch Biotechnologie“. Immerhin noch 89 Firmen/Institutionen (33 %) würden gegebenenfalls in einer Arbeitsgruppe zu diesem Thema mitarbeiten.

4. Bewertung der Situation in Baden-Württemberg im nationalen und internationalen Kontext

Das Konzept des produktionsintegrierten Umweltschutzes leistet einen wichtigen Beitrag zur Etablierung nachhaltiger Produktionsprozesse. Damit muss es integraler Bestandteil einer nachhaltigen Wirtschaftsstruktur werden. Biotechnologischen Verfahren kommt in diesem Zusammenhang eine wichtige Bedeutung zu, da sie das Potenzial haben, Aspekte der Ressourcenschonung mit innovativen Produkten zu verknüpfen.

Wegen dieser eindeutigen Potenziale wurde das Konzept des produktionsintegrierten Umweltschutzes durch Biotechnologie in den letzten Jahren international und auch in Deutschland durch verschiedene Institutionen aufgegriffen. Allerdings war es vor allem die Politik und ihre Administration, die die Potenziale des produktionsintegrierten Umweltschutzes durch Biotechnologie erkannt und durch entsprechende Maßnahmen die Implementierung in die industrielle Praxis vorangetrieben hat. Demgegenüber werden die Chancen des produktionsintegrierten Umweltschutzes durch Biotechnologie von der Nutzerseite originär erst in Ansätzen wahrgenommen. Eine weitere Verstärkung der Aktivitäten durch die Politik erscheint angesichts der bereits erreichten Erfolge lohnenswert.

Das Land Baden-Württemberg hat sich in den vergangenen Jahren bereits in verschiedenen Projekten im produktionsintegrierten Umweltschutz durch Biotechnologie engagiert und gehört damit deutschlandweit zu den führenden Akteuren auf diesem Gebiet. Dass diese Aktivitäten auf fruchtbaren Boden fallen, lässt sich an den Ergebnissen der vorliegenden Erhebung ablesen: in Baden-Württemberg werden 34 PIUS-BT-Verfahren im engeren Sinne eingesetzt, die sich qualitativ an internationalen Entwicklungen messen lassen können. Zudem hat eine Vielzahl von Akteuren aus allen untersuchten Industriezweigen Interesse an Verfahren des produktionsintegrierten Umweltschutzes geäußert.

Allerdings hat die Befragung auch gezeigt, dass Baden-Württemberg bei der weiteren Implementierung des Konzepts biotechnologischer Verfahren für den produktionsintegrierten Umweltschutz vor denselben Problemen steht wie alle anderen nationalen und internationalen Akteure. So sind die Möglichkeiten moderner biotechnischer Verfahren nicht ausreichend bekannt (40 % aller antwortenden Einrichtungen) und die Kosten-Nutzen-Relation wird als ungünstig eingeschätzt. Daneben gelten auch die mangelnde Kenntnis und das Fehlen eines verkaufsfördernden Zusatznutzens durch das PIUS-BT-Verfahren beim Kunden als wichtiger Hinderungsgrund für den weiteren Einsatz biotechnologischer Verfahren im produktionsintegrierten Umweltschutz. Um die bereits erreichten Erfolge bei der Einführung von PIUS-BT weiter auszubauen und den Anschluss an die internationalen

Standards zu halten, sind insbesondere Maßnahmen, die auf eine Vermittlung der notwendigen Kenntnisse sowie auf Vernetzung der Partner abzielen, erforderlich. Ein solches Konzept wird beispielsweise in Großbritannien mit der BIOWISE-Initiative verfolgt. Sie hat dort bereits zu messbaren Erfolgen beim industriellen Einsatz von PIUS-BT-Verfahren geführt (nähere Informationen zum BIOWISE Programm siehe Bericht „Stand von Wissenschaft und Technik“, Kap. 6.2).

Die vorliegende, breit angelegte Befragung hat darüber hinaus ein Spezifikum in der Wahrnehmung von PIUS-BT offenbart, das in den bisher durchgeführten, fallstudienbasierten Untersuchungen nicht deutlich wurde: Für die Befragten waren die Verringerung von Umweltbelastungen (70 % der Akteure) und die Senkung von Prozesskosten (64 %) die wichtigsten Ziele künftiger PIUS-BT-Verfahren. Die Verbesserung der Produktqualität waren nur für 22 % ein wichtiges Charakteristikum von PIUS-BT-Verfahren. Dies erweckt den Eindruck, dass die Chancen, die PIUS-BT-Verfahren für den Erhalt und den Ausbau der Innovationskraft eines Unternehmens bieten können, bisher nicht ausreichend bekannt sind.

Vor dem Hintergrund, dass Baden-Württemberg einerseits den Einsatz der Biotechnologie zur Entwicklung und Herstellung innovativer Produkte fördert und andererseits biotechnologische Verfahren für den produktionsintegrierten Umweltschutz voranbringen möchte, wäre zu prüfen, in wie weit eine Integration und Zusammenführung dieser Aktivitäten beispielsweise vor dem Hintergrund der Neustrukturierung der Biotechnologie-Aktivitäten des Landes möglich ist.

Die Bedeutung von Kooperationen für die Weiterentwicklung und weitere Implementierung von PIUS-BT-Verfahren in Baden-Württemberg wurde in der aktuellen Befragung sehr deutlich. Einerseits gelten für mehr als ein Drittel aller Befragten das Finden von Kooperationspartnern als kritischer Punkt bei der Einführung eines PIUS-BT-Verfahrens, andererseits hatten nur etwa 10 % aller Befragten auch bereits eigene Erfahrung mit Kooperationen. Dasselbe Bild zeichnet sich auch bei der Betrachtung konkreter Wünsche für PIUS-BT-Verfahren und den im Land durchgeführten Forschungsprojekten ab: so werden beispielsweise Verfahren zur Behandlung von Kreislaufwasser und zur Aufarbeitung von Metallabfällen aus industrieller Sicht als interessant und wünschenswert genannt; entsprechende Vorarbeiten existieren laut Angabe der befragten Forschungseinrichtungen in Baden-Württemberg bereits. Hier könnten Maßnahmen zur Netzwerkbildung und zur weiteren Informationsvermittlung, wie sie in Kapitel 5 ausgeführt werden, wesentlich zur weiteren Implementierung biotechnologischer Verfahren für den produktionsintegrierten Umweltschutz beitragen.

5. Empfehlungen für künftige Aktivitäten

5.1 Grundlagen künftiger Aktivitäten

Die Befragung baden-württembergischer Akteure hat gezeigt, dass Baden-Württemberg in Forschung und Industrie Potenziale für die Nutzung der Biotechnologie im produktionsintegrierten Umweltschutz hat. Um die weitere Implementierung voranzubringen und die Möglichkeiten voll zu nutzen, bedarf es jedoch unterstützender Maßnahmen durch die Politik. Dabei sollten sich die Maßnahmen darauf beziehen, das Konzept des produktionsintegrierten Umweltschutzes durch Biotechnologie für Baden-Württemberg weiterzuentwickeln. Inhalte dieser Förderstrategien sollten die folgenden drei Säulen sein

- (1) Informationsvermittlung
- (2) Ausbau von Netzwerken
- (3) Anstoß neuer Forschungsprojekte

Jede der drei Säulen wird im Folgenden näher erläutert und es werden Vorschläge zu ihrer konkreten Umsetzung durch die Politik gemacht.

5.2 Verbesserung der Informationsvermittlung

Aus der Tatsache, dass 40 % aller Befragten als Hinderungsgrund für den Einsatz biotechnologischer Verfahren mangelndes Wissen über die Möglichkeiten moderner biotechnologischer Verfahren nannten, wird deutlich, dass einer der bedeutendsten Faktoren zur Förderung der Implementierung von PIUS-BT-Verfahren eine zielgruppenorientierte Informationsvermittlung ist.

Die Maßnahmen der Informationsvermittlung könnten insbesondere die folgende Ziele verfolgen:

- verbesserter Informationsfluss für interessierte Unternehmen über relevante Entwicklungen,
- verbesserter Informationsfluss für Forschungseinrichtungen über Bedürfnisse der Industrie,
- Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit zur Steigerung des Bewusstseins über die Nutzen biotechnologischer Verfahren im produktionsintegrierten Umweltschutz.

Als konkrete Maßnahmen sind in Betracht zu ziehen:

- Etablierung eines Newsletters für Firmen und Forschungseinrichtungen zur Verbesserung des Informationsflusses;
- Weiterbildungsmöglichkeiten für Beschäftigte in betroffenen Unternehmen und Forschungseinrichtungen sowie für die interessierte Öffentlichkeit zu den grundlegenden Prinzipien der Biotechnologie;
- Schulung von Multiplikatoren, die das Konzept des produktionsintegrierten Umweltschutzes beispielsweise in Schulen und Fachhochschulen weitergeben können;
- Vertiefung der Aspekte biotechnologischer Verfahren für den produktionsintegrierten Umweltschutz durch einen interdisziplinären Arbeitskreis;
- zielgruppenorientierte Weiterbildung, die auf konkrete Fragen und Probleme der Teilnehmer zugeschnitten wird;
- Fall-spezifische, individuelle Beratung von Unternehmen;
- Hilfestellung zur Entscheidungsfindung bei der Bewertung möglicher Alternativen;
- Aufbau von Informationsmaterialien und -strukturen (z. B. Datenbank) über beratende Einrichtungen und Fördermöglichkeiten;
- Informationsbroschüren zu Einsatzmöglichkeiten und Chancen der biotechnologischen Verfahren im produktionsintegrierten Umweltschutz in Form von allgemein verständlichen „Imagebroschüren“;
- Auch Forschungsvorhaben sollten gezielt durch Maßnahmen flankiert werden, die die Breitenwirksamkeit der Vorhaben steigern und herrschende Vorbehalte gegenüber biotechnischen Verfahren abbauen (z. B. Kurse, Broschüren, praktische Demonstrationen), um dadurch die Signalwirkung bzw. den Demonstrationscharakter des Projekts zu verstärken.

Dass diese Aktivitäten nicht ins Leere laufen würden, ist aus den Ergebnissen der Befragung abzuleiten, da immerhin 55 % aller Antwortenden Interesse an einer Vertiefung des Themas hätten. Rund ein Drittel aller Antwortenden wäre auch bereit, die eigenen Interessen, Kenntnisse und Vorstellungen in die praktische Arbeit zur Weiterentwicklung des Themas beispielsweise in Form eines Arbeitskreises einzubringen. Dies ist ein ermutigendes Signal dafür, dass durch eine Verbesserung der Informationsgrundlage die Potenziale der Biotechnologie im produktionsorientierten Umweltschutz besser genutzt werden könnten.

5.3 Etablierung von Netzwerken

Die Befragung hatte gezeigt, dass bei mehr als einem Drittel aller Befragten das Finden eines geeigneten Kooperationspartners das größte Problem bei der Einführung eines biotechnologischen Prozesses für den produktionsintegrierten Umweltschutz war. Um diese Barriere abzubauen wird empfohlen, eine Kooperationsvermittlung zu etablieren (z. B. zentrale Datenbanken), um Unternehmen, Forschungseinrichtungen, beratende Einrichtungen und Finanzdienstleister zusammenzubringen. Diese Datenbank sollte Informationen zu vorhandenem Know-how in Baden-Württemberg sowie zu Forschungs- und Informationsbedarf enthalten.

Eine entsprechende Vernetzung könnte einen besseren Zugang zu Fachwissen ermöglichen, denn nur ein knappes Drittel aller Befragten hatte hier entweder durch eigene Kenntnisse (19 %) oder externe Fachleute (11 %) bereits eine ausreichende Wissensbasis. Durch die Vernetzung der Akteure könnten Kenntnisse sowohl zu allgemeinen Strategien und Konzepten des produktionsintegrierten Umweltschutzes als auch zu fachspezifischen Fragestellungen weiter verbreitet werden.

Basis für eine Baden-Württemberg-weite Vernetzung könnten neben virtuellen Plattformen und Datenbanken die in Abschnitt 5.2 genannten Maßnahmen sein, insbesondere die Etablierung regelmäßiger Workshops und die Intensivierung durch einen Arbeitskreis.

5.4 Verstärkung der FuE-Aktivitäten

15 % aller Antwortenden der Umfrage waren der Meinung, dass für ihr Problem noch kein PIUS-BT-Verfahren entwickelt wurde. Daraus kann gefolgert werden, dass Unternehmen durchaus Interesse an einem entsprechenden Verfahren hätten. Da das erforderliche Know-how zur Entwicklung und Implementierung biotechnischer Präventivtechniken i. d. R. nicht in einzelnen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen vorhanden ist, sollten Fördermaßnahmen bereits bestehende Verbände der verschiedenen Know-how-Träger stärken, ggf. durch Einbindung neuer Partner fehlendes Know-how ergänzen oder entsprechende Verbände erstmals initiieren.

Auf Grund der schwierigen wirtschaftlichen Situation insbesondere in der Textilveredlungs- und Lebensmittelindustrie ist die Bereitstellung von nennenswerten Eigenmitteln für Forschungsvorhaben unternehmensintern schwierig durchzusetzen. Dies sollte bei der Ausgestaltung der Finanzierungsmodalitäten der Vorhaben berücksichtigt werden. Für die genannten Industriezweige sind – trotz und gerade wegen der schwierigen wirtschaftlichen Situation – Innovationen besonders interessant, die neue, konkurrenzlose Produkte, deutlich erhöhte Produktqualitäten oder

eine Reduktion der Produktionskosten ermöglichen. Daher sollten Projekte, die Aspekte der Umweltschonung mit der Qualitätsverbesserung vereinen, prioritär gefördert werden.

Industrievertreter betonen, wie wichtig für die Betriebe Informationen sind, anhand derer sie für ihr Unternehmen bewerten können, ob sich die Substitution des konventionellen Verfahrens durch ein biotechnisches bei ganzheitlicher Betrachtung ökonomisch und ökologisch „rechnet“ oder nicht. Somit besteht Bedarf nach Forschungsvorhaben, in denen derartige, auf die Verhältnisse der Betriebe zugeschnittene praxisnahe konkrete Hilfen und Bewertungsinstrumente (z. B. Ökobilanzen) für biotechnische Präventivtechniken entwickelt bzw. erstellt und auf Praxistauglichkeit überprüft werden. Sie sollten durch Maßnahmen ergänzt werden, die das betriebsinterne Stoffstrom- und Umweltmanagement in mittelständischen Betrieben verbessern. Entsprechende Module könnten integraler Bestandteil förderungswürdiger Projekte oder aber separate Projekte sein.

Bisher fehlt eine belastbare Datengrundlage, die es ermöglicht, für einzelne Industriezweige das Potenzial und die Gesamtrelevanz biotechnischer Ansätze im produktionsintegrierten Umweltschutz abzuschätzen und zu bewerten. Um künftige förderpolitische Prioritäten setzen zu können, sollten entsprechende branchenspezifische Forschungsvorhaben sowie Unternehmensbefragungen zum Grad der Anwendung biotechnischer Präventivmaßnahmen initiiert werden.

6. Zusammenfassung

6.1 Methodisches Vorgehen

Die empirische Befragung wurde als Vollerhebung in den vier wichtigsten Branchen Lebensmittel- und Getränkeindustrie, chemische und pharmazeutische Industrie, Textilindustrie sowie Papier- und Zellstoffindustrie angelegt. Eingeschlossen wurden alle relevanten Akteursgruppen: produzierendes bzw. verarbeitendes Gewerbe, Forschungseinrichtungen, Dienstleister und Verbände. Die Recherche umfasste verschiedene Quellen, Firmen- und Förderdatenbanken, Adresslisten sowie eine umfassende Internetrecherche. Es resultierten 1.781 tatsächliche oder potenzielle Entwickler, Anwender oder Interessenten, die in zwei Wellen mit einem kurzen Fragebogen und einem Begleitbrief aus dem Ministerium angeschrieben wurden. 310 Datensätze konnten ausgewertet werden, die Rücklaufquote von 17,4 % kann als gut bewertet werden, da insbesondere im gewerblichen Bereich viele Firmen allein auf Grund ihrer Branchenzugehörigkeit angeschrieben wurden, die dann aber auf Grund mangelnder Relevanz des Themas für ihre Arbeit sicherlich oft auf eine Antwort verzichteten.

6.2 Akteure und vorhandenes Know-how

Etwa die Hälfte der antwortenden Akteure besitzt Know-how, das für produktionsintegrierten Umweltschutz durch Biotechnologie relevant sein könnte, unter den Firmen sind dies allerdings nur 39 %.

Etwa ein Drittel der Befragten könnte PIUS-BT-relevante Kompetenzen oder Aktivitäten anderen Interessenten anbieten. Insbesondere könnten Kontakte vermittelt, individuelle Beratung aber auch Know-how zu einem PIUS-BT-Verfahren sowie Literaturanalysen, Informationen bzw. Broschüren und Weiterbildungen angeboten werden.

Nur 8,1 % der Befragten geben an, in ihrer Firma oder ihrer Branche würden PIUS-BT-Verfahren bereits ausreichend eingesetzt werden, allerdings sahen auch 46 % der Nicht-Anwender dafür keinen Bedarf bei sich. Die wichtigsten Hindernisse für den Einsatz solcher Verfahren sind mangelnde Kenntnis der Möglichkeiten, fehlendes Biotechnologie-Know-how, die mangelnde Verfügbarkeit eines passenden

PIUS-BT-Verfahrens und ein zu großer Aufwand für Entwicklung oder Veränderung der Produktionsprozesse.

6.3 Bedarf für PIUS-BT und für entsprechendes Know-how

Auf Grund einer großen Zahl umweltbelastender Produktionsprozesse kann von einem prinzipiell großen Potenzial für PIUS-BT bei den befragten Firmen ausgegangen werden. Anknüpfungspunkte könnten sich daraus ergeben, dass einige Firmen bereits biotechnologische Prozesse einsetzen, insbesondere im nachsorgenden Umweltschutz, und relevantes Know-how aufweisen. 41 % der Antwortenden gaben an, dass bei ihnen beim produktionsintegrierten Umweltschutz ein Optimierungsbedarf besteht, für zwei Drittel von diesen käme nach eigenen Angaben dafür ein biotechnologisches Verfahren in Frage. Allerdings werden hohe Anforderungen an ein PIUS-BT-Verfahren gestellt: neben seinem primären Zweck (dem Umweltschutz) müsste es häufig auch die laufenden Prozesskosten senken und sollte zusätzlich die Produktqualität heben.

Für die Optimierung ihrer Produktionsprozesse würden die Unternehmen v.a. im allgemeinen Bereich produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) weiteres Know-how benötigen, aber auch in den Bereichen Anlagenbau/Verfahrenstechnik sowie nachwachsende Rohstoffe.

6.3.1 Entwicklung und Einsatz von PIUS-BT-Verfahren

Die identifizierten PIUS-BT-Verfahren sind fast zu Hälfte (49 %) fermentative Verfahren, zu 27 % Biotransformationen bzw. Stoffumwandlungen mit ganzen Zellen und zu 14 % Verfahren der Stoff- oder Oberflächenbearbeitung mit isolierten Enzymen. Die fermentativen Verfahren arbeiten zu 61 % mit Bakterien, zu 29 % mit Pilzen und zu 10 % mit Zellkulturen. Nur in seltenen Fällen wird mit gentechnisch veränderten Organismen oder mit Enzymen gearbeitet, die aus gentechnisch veränderten Organismen stammen.

Die eingesetzten PIUS-BT-Verfahren bzw. das dazu entwickelte Know-how werden zu jeweils etwa einem Drittel der chemischen bzw. pharmazeutischen Industrie und der Lebensmittel- bzw. Getränkeindustrie zugeordnet. Aber auch für die anderen beiden Hauptbranchen sowie für weitere Anwendungsgebiete sind Verfahren vorhanden oder in Entwicklung. Von den genannten Verfahren befinden sich 41 % noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium, 18 % sind industriell anwendungsreif, werden aber noch nicht praktisch angewandt, und 41 % der Verfahren werden bereits routinemäßig betrieben.

Die Unternehmen oder Einrichtungen, die PIUS-BT-Verfahren einsetzen oder entwickeln, nennen insbesondere das Finden von Kooperationspartnern als Problem bei der Einführung eines solchen Verfahrens. Ein weiteres wichtiges Problem ist die Unsicherheit bezüglich des Erfolgs, von geringerer Bedeutung der Erwerb des Know-hows und hohe Investitionskosten.

6.3.2 Weiterführende Maßnahmen

Etwa 26 % der Unternehmen bzw. Institutionen sehen einen großen oder sehr großen Bedarf an fördernden und flankierenden Aktivitäten zu PIUS-BT, jeweils weitere 14 bis 15 % zumindest einen mittelgroßen Bedarf. Unter den Akteuren besteht insbesondere Interesse an Informationen und Broschüren, aber auch an finanzieller Unterstützung, individueller Beratung und einer besseren Vernetzung der Akteure.

156 Firmen oder Institutionen hätten Interesse an der Vertiefung des Themas „Produktionsintegrierter Umweltschutz durch Biotechnologie“, 89 würden gegebenenfalls in einer Arbeitsgruppe zu diesem Thema mitarbeiten.

6.4 Empfehlungen

Die Befragung baden-württembergischer Akteure hat gezeigt, dass Baden-Württemberg in Forschung und Industrie Potenziale für die Nutzung der Biotechnologie im produktionsintegrierten Umweltschutz hat. Um die weitere Implementierung voranzubringen und die Möglichkeiten voll zu nutzen, bedarf es jedoch unterstützender Maßnahmen durch die Politik. Dabei sollten sich die Maßnahmen darauf beziehen, das Konzept des produktionsintegrierten Umweltschutz durch Biotechnologie für Baden-Württemberg weiterzuentwickeln. Inhalte dieser Förderstrategien sollten die folgenden drei Säulen sein

- (1) Informationsvermittlung
- (2) Ausbau von Netzwerken
- (3) Anstoß neuer Forschungsprojekte

Als konkrete Maßnahmen zur Verbesserung der Informationsvermittlung sind beispielsweise die Etablierung eines Newsletters für Firmen und Forschungseinrichtungen, Weiterbildungsmöglichkeiten für Beschäftigte und die Schulung von Multiplikatoren sowie der Aufbau von Informationsmaterialien und -strukturen (z. B. Datenbank) für die verschiedenen Zielgruppen zu nennen. Basis für eine Baden-Württemberg-weite Vernetzung könnte neben virtuellen Plattformen und Datenbanken die Etablierung regelmäßiger Workshops oder die Vertiefung des Themas durch

einen Arbeitskreis sein. Der Anstoß neuer Forschungsprojekte sollte in enger Kooperation mit Forschungsverbänden aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen erfolgen und sollte neben der konkreten Verfahrensentwicklung auch die Entwicklung von einfach zu handhabenden Bewertungsinstrumenten für biotechnische Präventivtechniken zum Thema haben.

7. Anhang: Fragebogen



Befragung „Produktionsintegrierter Umweltschutz durch Biotechnologie“

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg führt das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe, eine Bestandsaufnahme derjenigen Akteure in Baden-Württemberg durch, für die Maßnahmen des produktionsintegrierten Umweltschutzes durch Biotechnologie (PIUS-BT) relevant sind oder relevant sein könnten. Dies soll als Grundlage für dialogbasierte Fördermaßnahmen dienen. Bitte beantworten Sie den Fragebogen deshalb auch, wenn Sie bisher noch keinen Kontakt zu PIUS-BT hatten.

Gegenstand der Untersuchung sind *biotechnische* Verfahren des *produktionsintegrierten* Umweltschutzes: Dazu zählen biotechnische Verfahren entlang der Wertschöpfungskette

- mit ressourcen-schonendem Potenzial
- unter Verwendung einer alternativen Rohstoffbasis
- die den Produktionsprozess als solchen verändern
- die zur Gewinnung eines Wertstoffes aus Reststoffen beitragen.

Gegen die produktionsintegrierten Verfahren können Verfahren des nachsorgenden Umweltschutzes (sog. End-of-pipe-Technologien, z. B. Klärung von Abwässern) abgegrenzt werden, diese werden in der Befragung aber mit erfasst.

Bitte helfen Sie mit, dass relevantes Know-how zur Biotechnologie im Produktionsintegrierten Umweltschutz in Baden-Württemberg zukünftig effizient genutzt wird, dass potenziellen Nutzer mit Anbietern von Know-how in Verbindung gebracht und weitere Fördermöglichkeiten entwickelt werden können.

Wir haben uns bemüht, den Fragebogen so kurz wie möglich zu gestalten. Die meisten Fragen können Sie durch einfaches Ankreuzen beantworten, einen Teil der Fragen können Sie überspringen:

- *Teil 1* (S. 2 bis 4) ist für alle Befragten relevant, zusätzlich noch
- *Teil 2* (ab S. 5) nur für Firmen, die PIUS-BT-Verfahren anwenden könnten,
- *Teil 3* (ab S. 6) nur für Einrichtungen, die über entsprechendes Know-how verfügen oder bereits solche Verfahren anwenden.

Bitte korrigieren oder ergänzen Sie die folgenden Angaben zu Ihrer Einrichtung:	
Firma/Institution	
Adresse	
Telefon-Nummer	
Ansprechpartner	

1 Für alle Befragten

1.1 Unsere Firma/Institution ist ein/eine... (bitte nur eine Angabe)	
<input type="checkbox"/> Unternehmen, das Produkte herstellt oder verarbeitet	<input type="checkbox"/> Verband
<input type="checkbox"/> Forschungseinrichtung	<input type="checkbox"/> Behörde
<input type="checkbox"/> Anderer Dienstleister (Fördereinrichtung, Ingenieurbüro, Unternehmensberater etc.)	
<input type="checkbox"/> Andere Institution (bitte eintragen): _____	
<input type="checkbox"/> Unsere Firma/Institution könnte prinzipiell Know-how zum Produktionsintegrierten Umweltschutz durch Biotechnologie (PIUS-BT) weitergeben.	
<input type="checkbox"/> Unsere Firma/Institution könnte von Know-how zu PIUS-BT profitieren.	
1.2 Unsere Branche: (ggf.: Für welche Branche haben Sie schon gearbeitet? Mehrere Antworten möglich)	
<input type="checkbox"/> Papier- und Zellstoffindustrie	<input type="checkbox"/> Lebensmittel- und Getränkeindustrie
<input type="checkbox"/> Chemische und pharmazeutische Industrie	<input type="checkbox"/> Textilindustrie
<input type="checkbox"/> Sonstige (bitte angeben): _____	
1.3 Was hat in ihrer Firma bzw. in Ihrer Branche bisher den Einsatz von biotechnologischen Verfahren zum produktionsintegrierten Umweltschutz verhindert? (mehrere Angaben möglich)	
<input type="checkbox"/> Nichts, bei uns werden diese Verfahren ausreichend eingesetzt. → weiter mit Frage 1.4	
<input type="checkbox"/> PIUS-BT-Verfahren sind nicht notwendig, die eingesetzten Verfahren sind bereits ökologisch unbedenklich bzw. für die derzeitigen Emissionsgrenzwerte ausreichend. → weiter mit 1.4	
<input type="checkbox"/> Es ist nicht ausreichend bekannt, welche Möglichkeiten moderne BT-Verfahren bieten.	
<input type="checkbox"/> Es fehlt das erforderliche Biotechnologie-Know-how.	
<input type="checkbox"/> Der Aufwand für Entwicklung oder Veränderung der Produktionsprozesse wäre zu hoch.	
<input type="checkbox"/> Für unsere Zwecke bzw. Produktionsbedingungen ist noch kein PIUS-BT-Verfahren verfügbar.	
Es ist zwar ein geeignetes PIUS-BT-Verfahren verfügbar, aber...	
<input type="checkbox"/> ... das verfügbare Verfahren würde die Produktqualität beeinträchtigen.	
<input type="checkbox"/> ... das verfügbare Verfahren würde die Produktionskosten zu stark erhöhen.	
<input type="checkbox"/> ... das verfügbare Verfahren hat sonstige Nachteile (bitte nennen): _____	
<input type="checkbox"/> Ein biotechnologisches Verfahren würde von den Kunden nicht akzeptiert werden.	
<input type="checkbox"/> Sonstige Hindernisse (bitte nennen): _____	

1.4 Wir verfügen über folgendes für PIUS-BT relevante Know-how:
(mehrere Angaben möglich)

<input type="checkbox"/> Fermentationen	<input type="checkbox"/> Anlagenbau/Verfahrenstechnik
<input type="checkbox"/> Enzymtechnologie	<input type="checkbox"/> Nachwachsende Rohstoffe
<input type="checkbox"/> Biotransformation/Stoffumwandlung/ Stoff- oder Oberflächenbearbeitung	<input type="checkbox"/> Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) allgemein
<input type="checkbox"/> Bio- und gentechnische Verfahren	<input type="checkbox"/> Sonstiges (bitte angeben): _____

1.5 Welche Kompetenzen und Aktivitäten im Bereich PIUS-BT kann Ihre Firma/Einrichtung Interessenten anbieten?

<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> Informationen, Broschüren etc.
<input type="checkbox"/> Know-how zu einem PIUS-BT-Verfahren	<input type="checkbox"/> Individuelle Beratung
<input type="checkbox"/> Vermittlung von Kontakten	<input type="checkbox"/> Weiterbildungsangebote
<input type="checkbox"/> Organisation von Informationsbörsen etc.	<input type="checkbox"/> Finanzielle Unterstützung
<input type="checkbox"/> Literaturanalysen	<input type="checkbox"/> Sonstige (bitte angeben): _____

1.6 Nachfrage nach Know-how

In den vergangenen 12 Monaten wurde in unserer Firma/Einrichtung ca. _____ Mal Know-how zu PIUS-BT nachgefragt.

Die Frage kann ich nicht beantworten, die Häufigkeit ist mir nicht bekannt.

Die Interessenten vertraten folgende Einrichtungen:

<input type="checkbox"/> Unternehmen, das Produkte herstellt oder verarbeitet	<input type="checkbox"/> Verband
<input type="checkbox"/> Forschungseinrichtung	<input type="checkbox"/> Behörde
<input type="checkbox"/> Anderer Dienstleister (Fördereinrichtung, Ingenieurbüro, Unternehmensberater etc.)	
<input type="checkbox"/> Andere Institution (bitte eintragen): _____	

1.7 Unsere Erfahrungen mit Unterstützung/Kooperation zwischen Nutzern und Anbietern von PIUS-BT-Verfahren sind...

sehr gut	eher gut	mittelmäßig	eher schlecht	sehr schlecht	trifft nicht zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.8 Für fördernde und flankierende Aktivitäten zu PIUS-BT besteht folgender Bedarf:					
sehr großer	großer	mittelgroßer	geringer	kein	unbekannt
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.9 Das Land Baden-Württemberg sollte zu PIUS-BT folgende Angebote machen: (mehrere Angaben möglich)	
<input type="checkbox"/> Informationen, Broschüren etc.	<input type="checkbox"/> Individuelle Beratung
<input type="checkbox"/> Veränderung (gesetzlicher) Regelungen, Umweltstandards etc.	<input type="checkbox"/> Weiterbildungsangebote, Kongresse
<input type="checkbox"/> Finanzielle Unterstützung, Steuererleichterungen etc.	<input type="checkbox"/> Vernetzung von Anbietern und Nutzern durch Informationsbörsen, Internet etc.
<input type="checkbox"/> Sonstige (bitte angeben): _____	

1.10 Folgende Maßnahmen zur Förderung von PIUS-BT, Informationsangebote etc. sind mir bekannt: (bitte eintragen)
1.
2.
3.
4.

1.11 Hat Ihre Firma/Institution Interesse an der Vertiefung des Themas „Produktionsintegrierter Umweltschutz durch Biotechnologie“?
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

1.12 Würde Ihre Firma/Institution gegebenenfalls an einer Arbeitsgruppe zum Thema mitarbeiten?
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

1.13 Anmerkungen zum Thema und zur Befragung selbst:

2 Wenn Sie Waren produzieren oder verarbeiten...

2.1 Welche Produktionsprozesse kommen in Ihrem Betrieb zum Einsatz?

- Keine umweltbelastenden Prozesse
- Prozesse mit hohem Energieaufwand
- Prozesse mit vielen Abfällen, Rest- oder Schadstoffen
- Prozesse, bei denen toxischen Substanzen beteiligt sind
- Sonstige umweltbelastende Prozesse (bitte eintragen): _____

2.2 Wir setzen biotechnologische Verfahren bereits ein, und zwar...

End-of-pipe-Techniken:

- Abwasserbehandlung
- Abluftbehandlung
- Sonstiges (bitte angeben): _____
- Behandlung von festen Abfällen

Ökologische Optimierung von Prozessen (= PIUS):

- ja
- nein

↑ Wenn Sie hier „Ja“ angekreuzt haben, setzen Sie ein PIUS-BT-Verfahren ein.
Bitte füllen Sie dann auch **Teil 3** des Fragebogens aus.

- Sonstige biotechnologischen Verfahren (bitte eintragen): _____

2.3 Besteht bei Ihnen beim produktionsintegrierten Umweltschutz ein Optimierungsbedarf?

- ja
- nein

Wenn ja: Könnte dafür ein biotechnologisches Verfahren in Frage kommen?

- ja
- nein

Für folgende Prozesse in unserer Produktion wären wir an PIUS-BT-Verfahren interessiert:

2.4 Ein solches PIUS-BT-Verfahren müsste folgendes leisten: (mehrere Angaben möglich)

- Senkung der laufenden Prozesskosten
- Vermeiden belastender Roh- und Hilfsstoffe
- Verbesserung der Produktqualität
- Sonstige Erwartungen (bitte eintragen): _____
- Reduktion von Abfallprodukten/ Schadstoffen
- Ersatz bisheriger Maßnahmen des nachsorgenden Umweltschutzes

2.5 Wir haben Zugang zu biotechnologischem Fachwissen: (mehrere Angaben möglich)

- In unserem Betrieb ist eine Biologin/ein Biologe oder eine entsprechend qualifizierte Person angestellt.
- Wir wurden bereits von externen Fachleuten in Sachen Biotechnologie beraten/fortgebildet.
- Wir haben bisher keine Erfahrungen mit biotechnologischen Verfahren.

2.6 Für die Optimierung würden wir in folgenden Bereichen weiteres Know-how benötigen: (mehrere Angaben möglich)

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Fermentationen | <input type="checkbox"/> Anlagenbau/Verfahrenstechnik |
| <input type="checkbox"/> Enzymtechnologie | <input type="checkbox"/> Nachwachsende Rohstoffe |
| <input type="checkbox"/> Biotransformation/Stoffumwandlung/
Stoff- oder Oberflächenbearbeitung | <input type="checkbox"/> Produktionsintegrierter Umweltschutz
(PIUS) allgemein |
| <input type="checkbox"/> Bio- und gentechnische Verfahren | <input type="checkbox"/> Sonstiges (bitte angeben): _____ |

3 Wenn Sie ein PIUS-BT-Verfahren entwickelt haben oder anwenden...**3.1 Erstes PIUS-BT-Verfahren:**

Welche Art von Verfahren haben Sie entwickelt oder wenden Sie an?

- Fermentatives Verfahren mit ...
- | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Bakterien | <input type="checkbox"/> Pilzen | <input type="checkbox"/> Zellkulturen |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
- Biotransformation/Stoffumwandlung mit ganzen Zellen
- Stoff- oder Oberflächenbearbeitung mit isolierten Enzymen

- Die verwendeten Organismen sind gentechnisch verändert.

- Die verwendete Enzyme stammen aus gentechnisch veränderten Organismen oder wurden mit Hilfe der Gentechnik in ihren Eigenschaften verändert.

Beschreibung des Verfahrens (bitte eintragen):

Das Verfahren...

- ... ist noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium.
- ... ist industriell anwendungsreif, wird aber noch nicht praktisch angewandt.
- ... wird bereits routinemäßig betrieben.

3.2 Evtl. zweites PIUS-BT-Verfahren:

Welche Art von Verfahren haben Sie entwickelt oder wenden Sie an?

- Fermentatives Verfahren mit ...
- Bakterien Pilzen Zellkulturen
- Biotransformation/Stoffumwandlung mit ganzen Zellen
- Stoff- oder Oberflächenbearbeitung mit isolierten Enzymen

Die verwendeten Organismen sind gentechnisch verändert.

Die verwendete Enzyme stammen aus gentechnisch veränderten Organismen oder wurden mit Hilfe der Gentechnik in ihren Eigenschaften verändert.

Beschreibung des zweiten Verfahrens (bitte eintragen):

Das zweite Verfahren...

- ... ist noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium.
- ... ist industriell anwendungsreif, wird aber noch nicht praktisch angewandt.
- ... wird bereits routinemäßig betrieben.

**3.3 Wenn Sie ein PIUS-BT-Verfahren oder dafür relevantes Know-how anbieten:
Für welche Branche(n) ist das Verfahren bzw. Know-how geeignet?
(mehrere Angaben möglich)**

- Papier- und Zellstoffindustrie Lebensmittel- und Getränkeindustrie
- Chemische und pharmazeutische Industrie Textilindustrie
- Andere (bitte angeben): _____

**3.4 Wenn Sie ein PIUS-BT-Verfahren schon eingesetzt haben:
Was sind Ihre generellen Erfahrungen damit?**

Das PIUS-BT-Verfahren hat **Vorteile** gegenüber Verfahren ohne Biotechnologie oder gegenüber End-of-pipe-Technologien, und zwar: (mehrere Angaben möglich)

- Höherer ökonomischer Nutzen Reduktion von Abfallprodukten o. Schadstoffen
- Geringerer Rohstoffeinsatz Bessere Qualität des Produkts
- Sonstige Vorteile (bitte eintragen): _____

Das PIUS-BT-Verfahren hat **Nachteile** gegenüber Verfahren ohne Biotechnologie oder gegenüber End-of-pipe-Technologien, und zwar: (mehrere Angaben möglich)

- Höherer ökonomischer Aufwand Vermehrung von Abfallprodukten / Schadstoffen
- Höherer Personaleinsatz Geringere Qualität des Produkts
- Höherer Rohstoffeinsatz Sonstige Nachteile (bitte eintragen): _____

3.5 Bei der Prozesseinführung mussten wir folgende Probleme lösen:
(mehrere Angaben möglich)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Finden von Kooperationspartnern | <input type="checkbox"/> Hohe Investitionskosten |
| <input type="checkbox"/> Erwerb des Know-hows | <input type="checkbox"/> Unsicherheit bezüglich des Erfolgs |

Sonstige Probleme (bitte eintragen):

1. _____

2. _____

3. _____

3.6 Bei der Prozesseinführung haben wir mit folgenden Einrichtungen kooperiert:
(mehrere Angaben möglich)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Öffentliches Förderprogramm | <input type="checkbox"/> Andere Firma, die PIUS-BT-Verfahren anwendet |
| <input type="checkbox"/> Anbieter der Technik/des Verfahrens | <input type="checkbox"/> Forschungseinrichtung |

Sonstige Einrichtungen (bitte eintragen):

1. _____

2. _____

3. _____

3.7 Welche Art von Unterstützung haben Sie erhalten? (mehrere Angaben möglich)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Allg. Auskünfte/Informationsmaterial | <input type="checkbox"/> Erwerb der Anlage oder eines Teils davon |
| <input type="checkbox"/> Beratung / Know-how | <input type="checkbox"/> Unterstützung bei der Prozesseinführung |
| <input type="checkbox"/> Vermittlung von Kontakten | <input type="checkbox"/> Finanzielle Unterstützung/
Steuererleichterung etc. |
| <input type="checkbox"/> Sonstige Unterstützung (bitte eintragen): _____ | |

*Vielen Dank
für das Ausfüllen des Fragebogens!*

(Als Adresse für Fensterbriefumschlag geeignet)

Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und
Innovationsforschung
Abt. Innovationen in der Biotechnologie
z.Hd. Herrn Dr. B. Bührlen
Breslauerstr. 48
76139 Karlsruhe