



Biotechnologie im Innovationsprozess der Fein- und Spezialchemie

Ergebnisse und Fazit einer Managementstudie

Chemie-Wirtschaftsseminar 2004 des
Verbandes der Chemischen Industrie

Frankfurt, 26. Mai 2004

FESTEL
CAPITAL

Innovations in Chemicals
and Lifesciences

Festel Capital ist verfügt über umfangreiche Kompetenzen in der Chemie-, Pharma- und Biotechindustrie

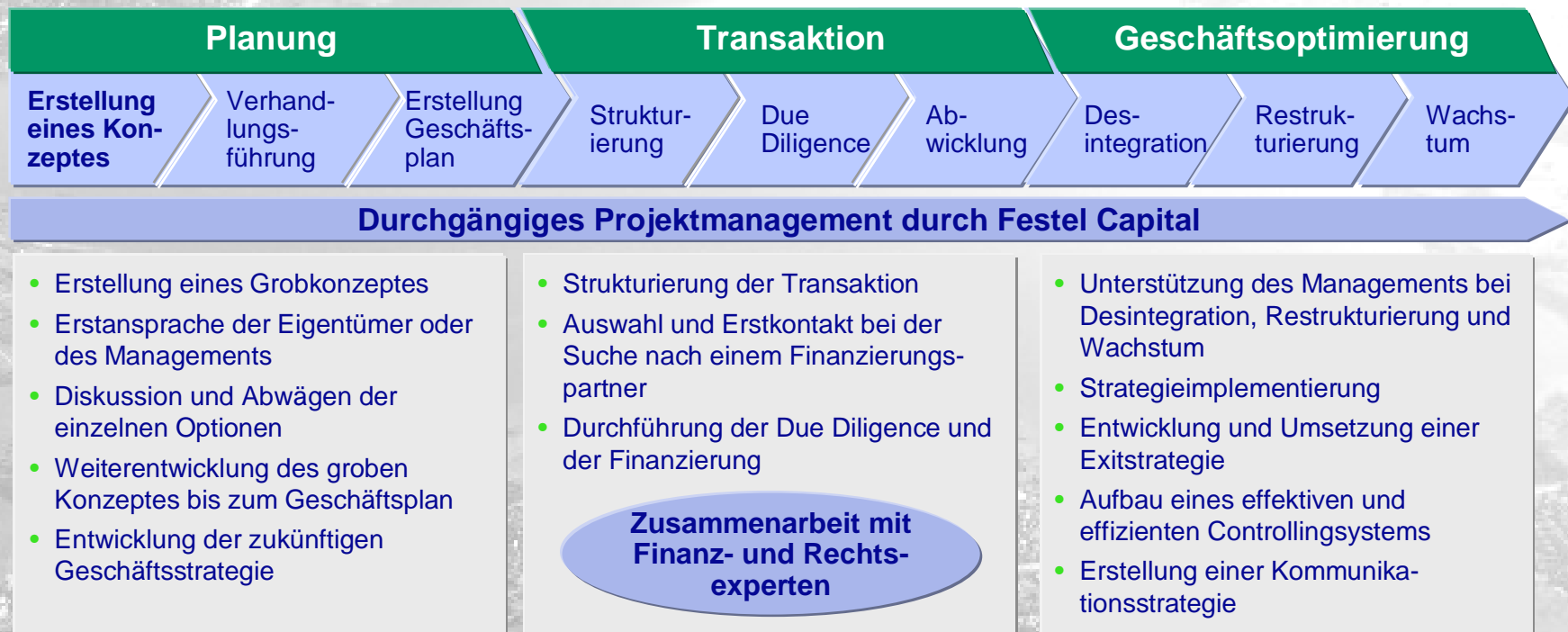
- Festel Capital ist ein **Kompetenz-Netzwerk** aus erfahrenen Beratern und Industrieexperten aus der Chemie-, Pharma- und Biotechindustrie
- Festel Capital bietet **innovative Konzepte der Managementunterstützung** (Manager/Projektleiter auf Zeit, Beratung gegen Eigenkapital) speziell für Buyouts, Spin-offs und Start-ups, aber auch Industrieunternehmen und Finanzinvestoren an
- Festel Capital hat umfangreiche Erfahrungen bei der Entwicklung und Umsetzung von **Wachstumsstrategien** (z.B. Outsourcing und Dienstleistungskonzepte)
- Festel Capital hat seinen Sitz in der **Zentralschweiz** zwischen Zürich und Luzern im Kanton Zug

Bitte wenden Sie sich bei Fragen an

Dr. Gunter Festel
Schürmattstr. 1, CH-6331 Hünenberg
Tel./Fax +41 41 780 1643
Mobil +41 79 652 7112
E-Mail gunter.festel@festel.de
Internet www.festel.de

Festel Capital verbindet industriespezifische Buyout- und Spin-off-Beratung mit fundierter Strategieberatung

- Festel Capital ist insbesondere auf die **Entwicklung innovativer Konzepte** in einer frühen Planungsphase spezialisiert
- Festel Capital übernimmt die Verantwortung für die Beratungsergebnisse durch eine signifikante **Eigenkapitalbeteiligung**



Copyright und Disclaimer

Copyright

- Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, liegen ausschließlich bei Festel Capital
- Einzelne Abbildungen können unter Angabe von Festel Capital als Quelle verwendet werden
- Bitte setzen Sie sich mit Festel Capital in Verbindung, falls Sie umfangreichere Teile dieses Dokumentes für eigene Zwecke verwenden wollen

Disclaimer

- Festel Capital hat dieses Dokument nach bestem Wissen auf Basis aller zur Verfügung stehender Informationen erstellt
- Festel Capital übernimmt keinerlei Garantie für Richtigkeit und Vollständigkeit der dargestellten Informationen
- Vor der Ableitung individueller Handlungsempfehlungen müssen zusätzliche Daten gesichtet und Analysen durchgeführt werden
- Daher wird jegliche Haftung für etwaige Kosten und Schäden, die sich aufgrund der in diesem Dokument gemachten Aussagen ergeben könnten, ausgeschlossen

1	Inhalt und Durchführung der Marktstudie
2	Grundlagen der industriellen Biotechnologie
3	Potential der industriellen Biotechnologie
4	Auswirkungen auf die Chemieindustrie
5	Schlussfolgerungen und Fazit
A	Anhang: Informationen zu Festel Capital

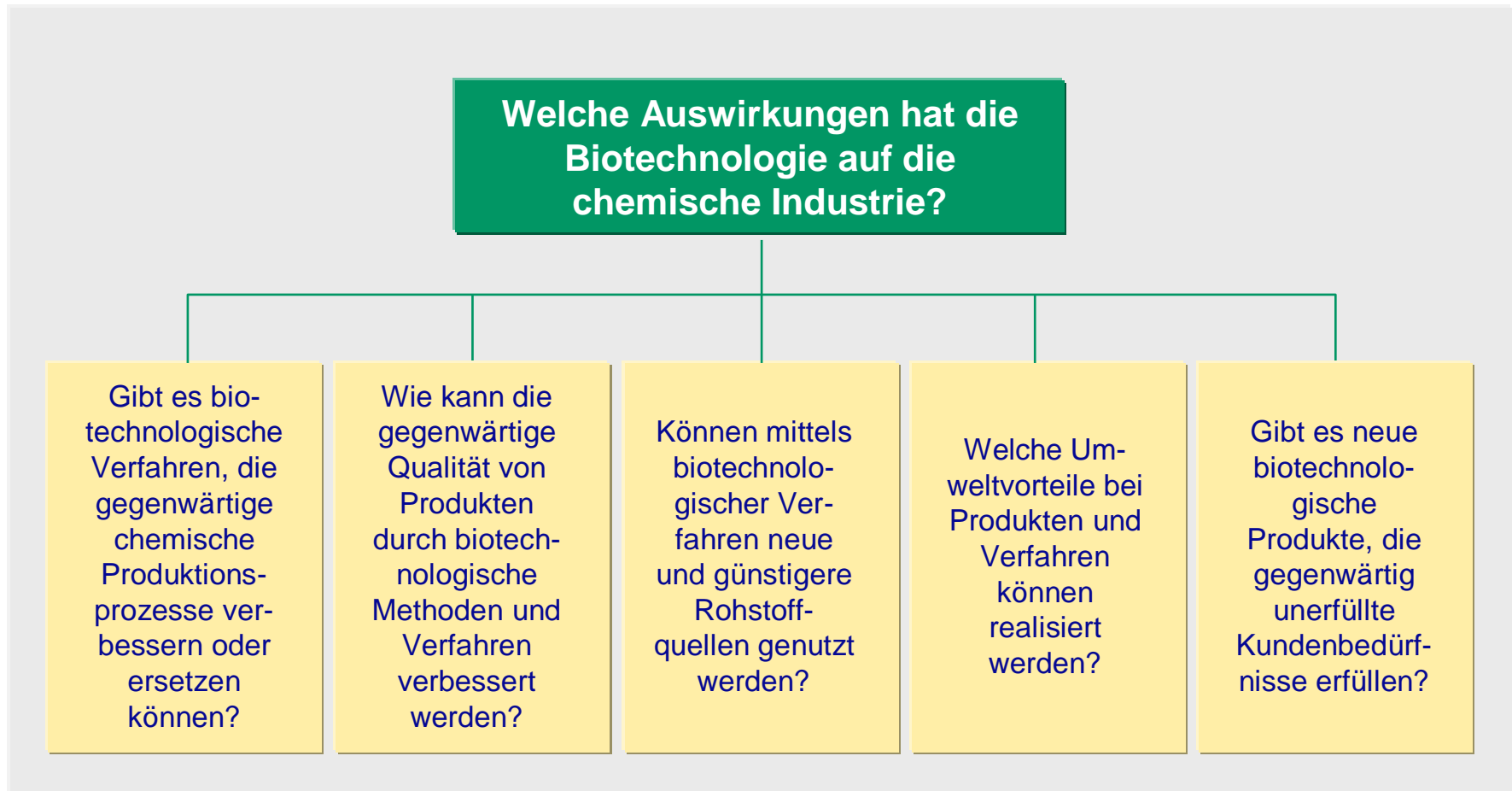
Zum Thema industrielle Biotechnologie wurde im Sommer 2003 eine Interview-basierte Marktstudie durchgeführt

- Festel Capital führte eine **Marktstudie mit dem Fokus Europa** durch, um ein klares Bild der gegenwärtigen Situation und ein fundiertes Verständnis für die zukünftigen Trends und Erfolgsfaktoren zu erarbeiten
- Die Marktstudie basiert in erster Linie auf Interviews mit **Entscheidern und Experten** aus Industrie- und Start-up-Unternehmen
- Die Dauer eines Interviews betrug **45 Minuten** und das Interview wurde persönlich oder telefonisch anhand eines Interviewleitfadens (siehe Anhang) durchgeführt
- Neben der Beschreibung der **Interviewergebnisse** in Kapitel 3 und 4 sind in Kapitel 5 die **Schlussfolgerungen** auch auf Basis zusätzlicher Diskussionen mit Experten aufgeführt
- Die **Ergebnisse der Marktstudie** werden allen Interviewteilnehmern zur Verfügung gestellt und an geeigneter Stelle publiziert

Im Rahmen dieser Marktstudie wurden primär biotechnologische Produktionsverfahren im industriellen Bereich betrachtet

- Unter **industrieller Biotechnologie** ist die Anwendung biotechnologischer Verfahren im industriellen Bereich zu verstehen („**weisse**“ oder „**graue**“ **Biotechnologie**)
- Der Fokus dieser Marktstudie liegt im **Vergleich chemischer und biotechnologischer Herstellverfahren** für Produkte, die im industriellen Bereich hergestellt oder eingesetzt werden
- Innerhalb der **Nahrungsmittelindustrie** werden nur solche Produktionsprozesse betrachtet, bei denen sowohl chemische als auch biotechnologische Herstellverfahren zur Anwendung kommen können
- Bei der **Pflanzenbiotechnologie** („**grüne**“ **Biotechnologie**) werden nur die Bereiche betrachtet, in denen Wirkstoffe oder andere Produkte in transgenen Pflanzen produziert werden, die üblicherweise über chemische Verfahren hergestellt werden
- Nicht im Betrachtungsumfang sind Anwendungen im **Medizin- und Pharmabereich** („**rote**“ **Biotechnologie**)

Für die einzelnen Segmente der Chemieindustrie wurden die unterschiedlichen Auswirkungen der Biotechnologie untersucht



Es wurden 18 Entscheider und Experten aus 17 unterschiedlichen Industrieunternehmen und Start-ups sowie einem Forschungsinstitut interviewt

Teilnehmer

- AC Biotech
- Bayer
- BRAIN
- Celanese
- Ciba SC
- Cognis
- Dechema/Verbundprojekt Biokatalyse
- Degussa/Projekthaus Biotechnologie
- DSM

Teilnehmer

- DSM Biotech
- Jülich Enzyme Products
- Jülich Fine Chemicals
- Lonza Group
- Merck
- Roche Diagnostics
- Schirmer Consulting
- Solvias
- X-Zyme

Inhalt

1	Inhalt und Durchführung der Marktstudie
2	Grundlagen der industriellen Biotechnologie
3	Potential der industriellen Biotechnologie
4	Auswirkungen auf die Chemieindustrie
5	Schlussfolgerungen und Fazit
A	Anhang: Informationen zu Festel Capital

Grundlagen der industriellen Biotechnologie - Vor- und Nachteile

Die betrachteten biotechnologischen Verfahren haben jeweils spezifische Vor- und Nachteile

Verfahren	Vorteile	Nachteile
Biotransformation - Enzymkatalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Ein einziges Reaktionsprodukt ohne Verunreinigungen • Relativ einfache Prozessoptimierung • Immobilisierte Enzyme können wieder verwendet werden • Reaktion bei niedriger Temperatur in wässriger Lösung • Umweltfreundlicher Prozess, erneuerbare Rohstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht alle traditionellen Reaktionen können ersetzt werden (z.B. Diels-Alder Reaktion) • Redoxreaktionen erfordern Cofaktor-Recycling-Prozesse • Preis der Reagenzien (Enzyme) kann bei niedrigem Produktionsvolumen sehr hoch sein • Hoher FuE Aufwand ist erforderlich um die Enzyme und Reaktionsprozesse zu entwickeln
Biotransformation - Ganzzellbiotransformation	<ul style="list-style-type: none"> • Ermöglicht Redoxreaktionen ohne Cofaktor-Recycling • Immobilisierte Zellen können wieder verwendet werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfordert die Kultivierung und Immobilisierung von Zellen • Kann zu mehreren Reaktionsprodukten führen • Möglich ist ein komplexes Down-Stream Processing
Fermentation - Mikroorganismen	<ul style="list-style-type: none"> • Erlaubt die direkte (Einstufen-) Produktion komplexer Verbindungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolation, Charakterisierung und Prozessoptimierung neuer Stämme erfordern einen hohen FuE Aufwand • Prozess erfordert Investitionen in Fermentationsanlagen • Möglich ist ein komplexes Down-Stream Processing
Fermentation - Tierischen/pflanzlichen Zellkulturen	<ul style="list-style-type: none"> • Erlaubt die direkte Produktion komplexer Verbindungen für die keine chemische Syntheseroute entwickelt werden kann (z.B. Zucker- und Lipid-modifizierte Moleküle und Proteine) 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolation, Charakterisierung und Prozessoptimierung neuer Stämme erfordern einen hohen FuE Aufwand • Prozess erfordert Investitionen in sehr fortgeschrittene Fermentationsanlagen
Transgene Pflanzen/Tiere	<ul style="list-style-type: none"> • Erlaubt die direkte Produktion komplexer Verbindungen durch landwirtschaftlichen Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfordert einen beträchtlichen FuE Aufwand • Prozess erfordert Investitionen in sehr fortgeschrittenes genetisches Engineering

Biotechnologische Produktionsverfahren sind grundsätzlich bei weniger als 30% der Chemieprodukte die bevorzugte Methode

Biotechnologisches Verfahren bevorzugt

- Aliphatische Verbindungen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, insbesondere
 - Alkohole/Glykole
 - Ketone
 - Carboxylsäuren
 - Aminosäuren
- Nicht-Strukturpolymere (z.B. Polysaccharide)
- Proteine (z.B. Enzyme and pharmakologisch aktive Proteine)

< 30% der Chemieprodukte

Chemisches Verfahren bevorzugt

- Anorganische Verbindungen
- Aromatische Verbindungen
- Organische Verbindungen mit Halogene, Phosphor und/oder Schwefelatome¹⁾
- Strukturpolymere

> 70% der Chemieprodukte

1) Penicillin G und V sind Ausnahmen

Auf biotechnologischem Wege werden bereits heute eine große Zahl unterschiedlicher Produkte hergestellt (1/2)

Produktgruppen	Kommerziell erhältliche Produkte	Anwendungen/Marktsegmente
Mikroorganismen	<ul style="list-style-type: none"> • Startkulturen • Biomasse 	<ul style="list-style-type: none"> • Verwendung von Startkulturen speziell für die Produktion von Käse und Milchprodukte • Lebende Mikroorganismen für therapeutische Zwecke • Einzellige Proteine aus Biomasse als Basis für Futter
Grundchemikalien	<ul style="list-style-type: none"> • Methanol • Ethanol • Propandiol • Methan • Furfural • Acrylamid • Organische Säuren (Zitronensäure, Maleinsäure, Glukonsäure, Fumarsäure, Succinsäure) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verwendung als Grundchemikalien in verschiedenen Anwendungen (z.B. Lösungsmittel, Nahrungsmittelindustrie) • Kommerzielle Verwendung hängt vom Rohölpreis ab und Zugang zu billigen erneuerbaren Rohstoffen
Vitamine	<ul style="list-style-type: none"> • B-Vitamine (B1, B2, B6, B12) • Vitamin C • Provit D2 • Biotin • Folsäure 	<ul style="list-style-type: none"> • Nahrungs- und Futtermittelzusätze • Kosmetika • Pharmazeutika

Auf biotechnologischem Wege werden bereits heute eine große Zahl unterschiedlicher Produkte hergestellt (2/2)

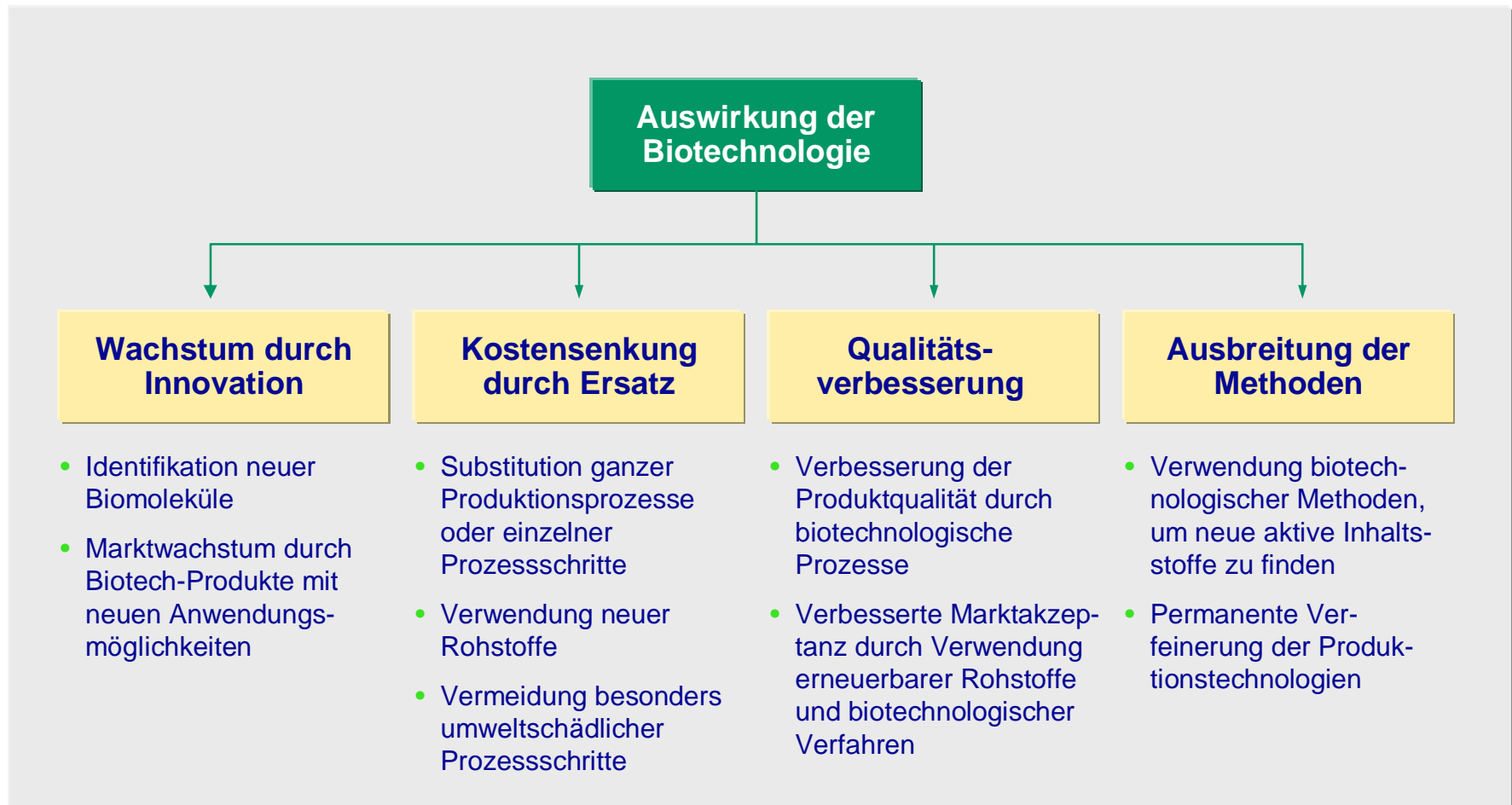
Produktgruppen	Commerziell erhältliche Produkte (Hauptbeispiele)	Anwendungen / Marktsegmente (Hauptbeispiele)
Aminosäuren und Nukleotide	<ul style="list-style-type: none"> • L-Glutaminsäure • L-Lysin • Guanosin-5'-mono-Phosphat • Xantosin-5'-mono-Phosphat 	<ul style="list-style-type: none"> • Nahrungs- und Futtermittelzusätze • Pharmazeutika und pharmazeutische Zwischenstufen • Kosmetische Zusätze • Nahrungsmittel-Geschmacksstoffe
Polysaccharide	<ul style="list-style-type: none"> • Xanthan • Dextran 	<ul style="list-style-type: none"> • Verdickungsmittel in Nahrungs- und Futtermitteln sowie Pharma- und Kosmetik-Anwendungen • Bohrzusatzmittel in der Ölindustrie • Blutersatzstoffe
Enzyme	<ul style="list-style-type: none"> • Proteasen • Carbohydrasen • Lipasen • . . . 	<ul style="list-style-type: none"> • Katalysatoren für biochem.Reaktionen (Biotransformation) • Additive in Waschmittel, Nahrung, Futter, Textilchemikalien,... • Zwischenstufen und Additive für Pharmazeutika und Diagnostika
Sekundäre Metabolite	<ul style="list-style-type: none"> • Cephalosporin • Actinomycin • Tetracyclin • Streptomycin • . . . 	<ul style="list-style-type: none"> • Aktive Inhaltsstoffe für Pharma-, Agrochemie- und andere Anwendungen <ul style="list-style-type: none"> - Antibakterielle Metabolite - Antifungizide Metabolite - Antitumor Metabolite - Metabolite mit spezieller Auswirkung

Inhalt

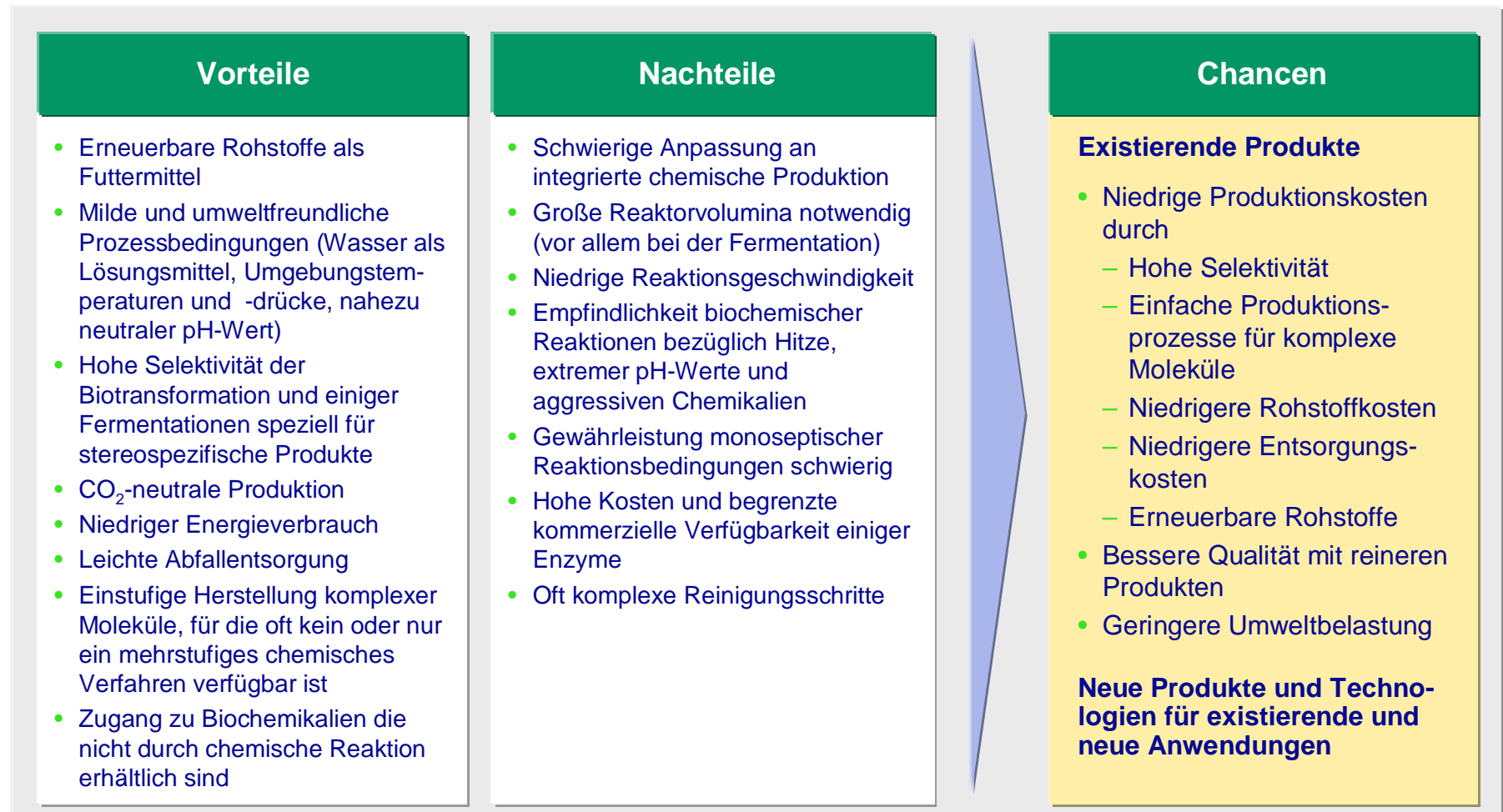
1	Inhalt und Durchführung der Marktstudie
2	Grundlagen der industriellen Biotechnologie
3	Potential der industriellen Biotechnologie
4	Auswirkungen auf die Chemieindustrie
5	Schlussfolgerungen und Fazit
A	Anhang: Informationen zu Festel Capital

Potential der industriellen Biotechnologie - Auswirkungen

Der Einfluss der Biotechnologie auf die chemische Industrie ist vielfältig und zeigt sich auf verschiedenen Ebenen



Die spezifischen Vor- und Nachteile der Biotechnologie erschliessen in vielen Bereichen neue Entwicklungsmöglichkeiten



Potential der industriellen Biotechnologie - Chancen

Biotechnologie ermöglicht die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch neue Verfahren und die Herstellung neuer Produkte



Die Bedeutung enantiomerenreiner Pharmawirkstoffe wächst und die Biotransformation entwickelt sich zu einer Schlüsseltechnologie

- Der größte Einfluss der Biotechnologie wird bei Verfahren gesehen, bei denen **komplexe chirale Moleküle** herzustellen sind
- Agro- und vor allem Pharmawirkstoffe mit Chiralitätszentren können häufig **biotechnologisch enantiomerenrein** produziert werden
 - Mehr als 50% der Top 100-Arzneimittel basieren auf enantiomerenreinen Wirkstoffen und derartige Arzneimittel haben bereits heute einen Umsatz von mehr als 100 Mrd. USD
 - Die Zahl reiner Enantiomere unter den Pharmawirkstoffen wächst (60% der neuen Wirkstoffe in Phase 2 und 3 der Arzneimittelentwicklung sind chiral, 90% der neuen chiralen Substanzen werden gleich enantiomerenrein entwickelt)
- Die Biotransformationen entwickeln sich zu einer **Differenzierungstechnologie** in der Wirkstoffsynthese: die technische Entwicklung macht rasch Fortschritte (siehe folgende Seiten) und wird das Anwendungspotential von Biotransformationen weiter erhöhen

Die Leistungsfähigkeit von Biotransformationen nimmt zu und wird das Anwendungspotential weiter erhöhen (1/2)

Verbesserung	Effekt	Auswirkungen
Erweitertes Wissen über das Verhalten von Enzymen in nicht-wässriger Lösung	<ul style="list-style-type: none"> • Breiteres Verfahrensspektrum • Größere Anzahl an Substraten einsetzbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Mehr enzymatische Prozesse werden möglich
Verbessertes Reaktor- und Verfahrensdiseign	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserte Raum-Zeit-Ausbeute • Kürzere Entwicklungszeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Weitere Verbesserung der Wirtschaftlichkeit
Verbesserte Immobilisierungstechniken	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserte Standzeiten immobilisierter Enzyme und Zellsysteme • Reduzierte Notwendigkeit von Cofaktor-Recycling 	<ul style="list-style-type: none"> • Weitere Verbesserung der Wirtschaftlichkeit • Breitere Anwendungsmöglichkeiten von Oxidasen und Reduktasen
Breitere Anwendung von Extremophilen und Enzymen aus Extremophilen	<ul style="list-style-type: none"> • Führt zur Entwicklung robusterer Prozesse (z.B. bei höheren Temperaturen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Toolbox • Größere Vielfalt an Verfahrensbedingungen • Kürzere Reaktionszeiten

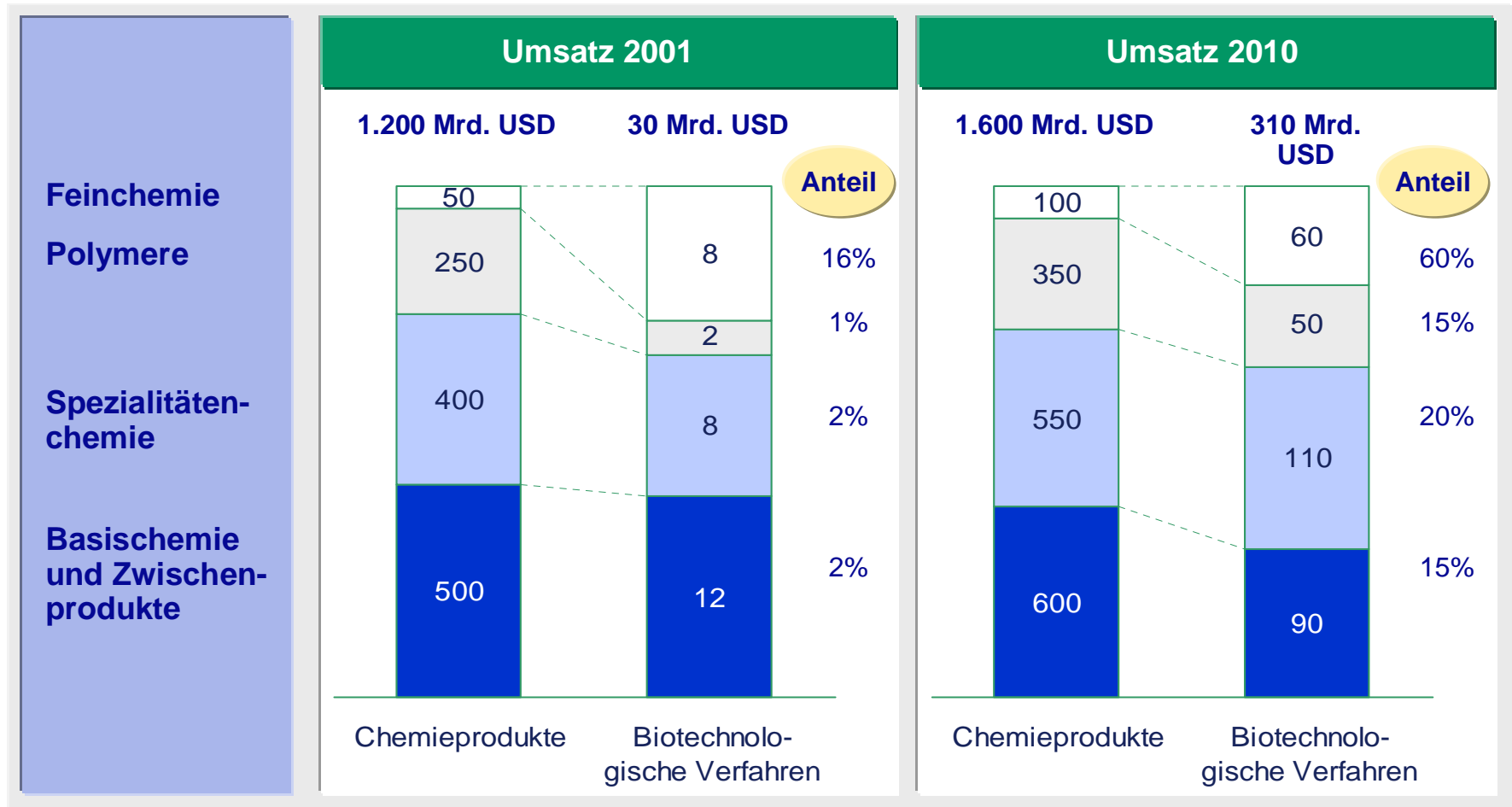
Die Leistungsfähigkeit von Biotransformationen nimmt zu und wird das Anwendungspotential weiter erhöhen (2/2)

Verbesserung	Effekt	Auswirkungen
Vergrößerung der Produktions-platform für Enzyme	<ul style="list-style-type: none"> Mehr Enzyme werden im technischen Maßstab verfügbar 	<ul style="list-style-type: none"> Preiswertere Enzyme
Verbesserung des Wissens über Struktur-Wirkungs-beziehungen	<ul style="list-style-type: none"> Größere Erfolge beim Enzym-Engineering 	<ul style="list-style-type: none"> Leistungsfähigere Enzyme, verbesserte Wirtschaftlichkeit
Verbreitete Nutzung des Directed Evolution-Verfahrens	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung maßgeschneiderter Enzyme 	<ul style="list-style-type: none"> Vergrößerung der Toolbox
Verbreitete Verwendung der Direktklonierung	<ul style="list-style-type: none"> Ermöglicht die Verwendung aus den 90% der Mikroorganismen, die nicht kultivierbar sind 	<ul style="list-style-type: none"> Vergrößerung der Toolbox
Genomics von Mikroorganismen	<ul style="list-style-type: none"> Führt zur Entdeckung neuer Enzyme und Reaktionen Ermöglicht die Modifikation von Reaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> Vergrößerung der Toolbox Metabolic Engineering reduziert die unerwünschten Nebenreaktionen bei der zellgebundenen Biotransformation

Inhalt

1	Inhalt und Durchführung der Marktstudie
2	Grundlagen der industriellen Biotechnologie
3	Potential der industriellen Biotechnologie
4	Auswirkungen auf die Chemieindustrie
5	Schlussfolgerungen und Fazit
A	Anhang: Informationen zu Festel Capital

Im Jahr 2010 werden ca. 20% der Chemieprodukte in einer Größenordnung von rund 300 Mrd. USD auf biotechnologischem Wege hergestellt



Das größte Potential liegt bei der Wirk- und Effektstoffproduktion in der Fein- und Spezialitätenchemie

Chemiesegmente	2010 biotechnologisch hergestellt (%)	Produkte, Verfahren
Feinchemikalien	~ 60%	<ul style="list-style-type: none"> • Trend zu chiralen Pharmawirkstoffen • Nur durch biotechnologische Verfahren zugängliche Produkte • Vereinfachte Synthesewege • Viele Reaktionstypen können durch Enzyme katalysiert werden (Oxidation, Reduktion, Kohlenstoff-Kohlenstoff Bindungsknüpfung)
Polymere	~ 15%	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung nachwachsender Rohstoffe und neue Eigenschaften • Biopolymere preislich konkurrenzfähig zu Polyestern
Spezialitäten	~ 20%	<ul style="list-style-type: none"> • Die Biotechnologie bietet viele Möglichkeiten in der Lebensmittel-, Kosmetik-, Textil- und Lederindustrie • Starkes Wachstum bei den industriellen Enzymen
Basischemie und Zwischenprodukte	~ 15%	<ul style="list-style-type: none"> • Herstellung von organischen Chemikalien durch Fermentation • Nutzung nachwachsender Rohstoffe

Auswirkungen auf die Chemieindustrie - Spezialitätenchemie

In vielen Bereichen der Spezialitätenchemie werden biotechnologische Verfahren zunehmende Bedeutung erlangen (1/5)

Marktsegment	Zeithorizont/Grad der Auswirkung	Vorteile Biotechnologie / Hindernisse	Stand / Potentialbeispiele
Antioxidantien	Kurzfristig/ starke Auswirkung	<ul style="list-style-type: none"> + Möglichkeit organische Materialien direkt durch Oxidation-Reduktion zu produzieren + EHS-Auflagen + Natürliche Produkte - Chemische Synthese meist billiger 	<ul style="list-style-type: none"> • Organische Antioxidantien in Nahrungs- und Futteranwendungen • Gesteigerte Beta-Karotin Leistung • Organische Antioxidantien in Nicht-Nahrungsanwendungen
Nahrungsmittel-zusätze	Kurzfristig/ starke Auswirkung	<ul style="list-style-type: none"> + Höhere Ausbeute und bessere Nahrungsmiteleigenschaften durch hochreine Kulturen + Trends zur Reduktion von Pestiziden 	<ul style="list-style-type: none"> • Aminosäuren (z.B. MSG), Mais-basierte Süsstoffe, Käse, Bier; PUFAs
Detergenzien	Kurzfristig/ starke Auswirkung	<ul style="list-style-type: none"> + Umweltgesetze erfordern umweltverträgliche Produkte (z.B. Verbot von Phosphaten) + Sehr spezielle Funktionalität erforderlich, um bestimmte Proteine abzubauen 	<ul style="list-style-type: none"> • Lipasen, Carbohydrasen (Carbohydrate), und Proteasen (Blut) • Tenside mit hervorragender biologischer Abbaubarkeit zugänglich durch Fermentation oder Enzymtechnologie
Elektronik-materialien	Langfristig/ niedrige Auswirkung	<ul style="list-style-type: none"> + Notwendigkeit ultrareiner Chemikalien könnte von biotechnologischer Selektivität profitieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Biochips aus Proteinem mit bessere Performance als Siliciumchips

Auswirkungen auf die Chemieindustrie - Spezialitätenchemie

In vielen Bereichen der Spezialitätenchemie werden biotechnologische Verfahren zunehmende Bedeutung erlangen (2/5)

Marktsegment	Zeithorizont/Grad der Auswirkung	Vorteile Biotechnologie / Hindernisse	Stand / Potentialbeispiele
Farbstoffe und Pigmente	Kurzfristig/ niedrige Auswirkung	+ Komplexe, organische Moleküle anwendbar in der Biotechnologie - Viele Farbstoffe niedermolekular - Viele Pigmente nicht UV-stabil - Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Astaxanthin (Pigment) • Modifizierte Extrakte (z.B. Indigo als Farbstoff)
Feinchemikalien	Kurzfristig/ starke Auswirkung	+ Anwendungen mit hoher Wertschöpfung - Notwendigkeit für GRAS (generally recognized as safe) Produktion	<ul style="list-style-type: none"> • Pest-resistente Pflanzen • Insulin und Wachstumshormon • Gentherapie • Antibiotika • Aktive Inhaltsstoffe
Flammschutzmittel	Langfristig/ niedrige Auswirkung	+ Umweltauflagen werden mit gegenwärtigen Produkten erfüllt (Bioabbaubarkeit) - Niedrigere Wertschöpfung der Produkte	
Funktionelle Flüssigkeiten	Langfristig/ niedrige Auswirkung	- Wenige Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzenbasierte Extrakte und Biopolymere als Basis für funktionale Flüssigkeiten

Auswirkungen auf die Chemieindustrie - Spezialitätenchemie

In vielen Bereichen der Spezialitätenchemie werden biotechnologische Verfahren zunehmende Bedeutung erlangen (3/5)

Marktsegment	Zeithorizont/Grad der Auswirkung	Vorteile Biotechnologie / Hindernisse	Stand / Potentialbeispiele
Geschmack- und Duftstoffe	Kurzfristig/ starke Auswirkung	+ Vermarktung natürlicher Verbindungen mit verbesserten Eigenschaften - Formulierungs-Know-how muss zunehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Geschmackstoffe (z.B. pflanzliche Produkte, die nach Fleisch schmecken) • Bioengineering von Geschmacks- und Duftstoffen
Kunststoff-Additive	Langfristig/ starke Auswirkung	+ Notwendigkeit biologisch abbaubarer Kunststoffe - Nur bei hoher Wertschöpfung wirtschaftlich	<ul style="list-style-type: none"> • Biologisch abbaubare Kunststoffe (z.B. Verwendung von Stärke oder Zellulose) • Polyester-Kunststoff-Produktion durch Pflanzen
Ölfeldchemikalien	Kurzfristig/ starke Auswirkung	+ Getrieben durch Umweltauflagen - Wirtschaftlichkeit existierender Technologien stark abhängig vom Ölpreis	<ul style="list-style-type: none"> • Modifiziertes niedermolekulares Xanthan als Verdickungsmittel
Papier und Zellstoff	Kurzfristig/ starke Auswirkung	+ Getrieben durch Umweltauflagen + Bestimmte Anwendungen im wässrigem Medium - Niedrigere Wertschöpfung mancher Produkte	<ul style="list-style-type: none"> • Zellulose-Entwicklung zur Verbesserung von Fasereigenschaften • Biochemische Bleichmittel • Enzyme als Entfärbungsmittel • Ligninzerersetzung durch Mikroorganismen (Biopulping)

In vielen Bereichen der Spezialitätenchemie werden biotechnologische Verfahren zunehmende Bedeutung erlangen (4/5)

Marktsegment	Zeithorizont/Grad der Auswirkung	Vorteile Biotechnologie / Hindernisse	Stand / Potentialbeispiele
Personal Care	Kurzfristig/ starke Auswirkung	<ul style="list-style-type: none"> + Hochwertige Produkte, bei denen eine natürliche Herkunft eine besondere Qualität bedeutet + Ersatz von chemischen Prozessen, die zu Gerüchen oder Verfärbung führen 	<ul style="list-style-type: none"> • Natürlicher Farbstoff für Lippenstift • Verdickungsmittel • Deodorantien • Bioaktive Substanzen
Technische Spezial-Katalysatoren	Kurzfristig/ starke Auswirkung	<ul style="list-style-type: none"> + Produktion hochspezifischer Produkte (z.B. chirale Chemie im kontinuierlichen Prozess) + Trend zu höherer Produktreinheit und Effektivität 	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrolytische Enzyme • Chirale Chemie
Tenside	Kurzfristig/ starke Auswirkung	<ul style="list-style-type: none"> + Übergang zu natürlichen Produkten mit besseren Eigenschaften + Wirtschaftlichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Antibakterielle Anwendungen • Hautfreundliche Tenside durch Fermentation oder Enzymkatalyse
Textilbehandlung	Kurzfristig/ starke Auswirkung	<ul style="list-style-type: none"> + Leistungssteigerung in natürlich vorkommenden Fasern/Textilien (z.B. verbesserte Farbaufnahme) 	<ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierte Enzyme zur Alterung von Stone washed Jeans • Textile Schlichtungsmittel

Auswirkungen auf die Chemieindustrie - Spezialitätenchemie

In vielen Bereichen der Spezialitätenchemie werden biotechnologische Verfahren zunehmende Bedeutung erlangen (5/5)

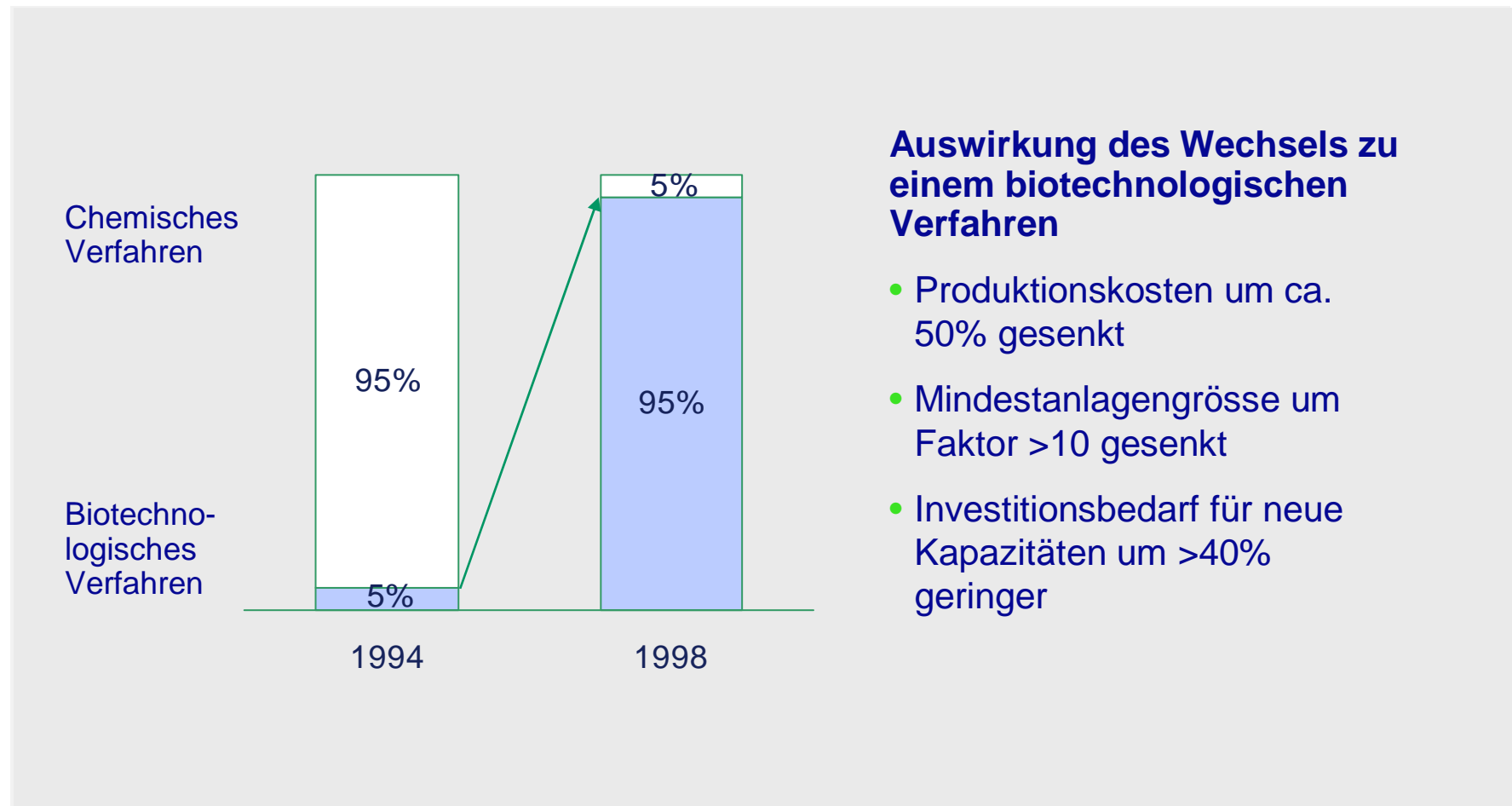
Marktsegment	Zeithorizont/Grad der Auswirkung	Vorteile Biotechnologie / Hindernisse	Stand / Potentialbeispiele
Trennmittel	Kurzfristig/ starke Auswirkung	+ Selektivität jenseits der Grössentrennung	<ul style="list-style-type: none"> • Membrananwendungen (z.B. Abgasreinigung und chromatographische Auftrennung)
Wasserbehandlung	Kurzfristig/ starke Auswirkung	+ Geringere Auswirkung auf Umwelt und effektiver in der Zerstörung von Organismen	<ul style="list-style-type: none"> • Wasseraufbereitung, Trinkwasserreinigung • Wachstumskontrolle von Microben
Wasserlösliche Polymere	Kurzfristig/ starke Auswirkung	+ Produktion von Polymeren kontinuierlich und in wässrigem Medium	<ul style="list-style-type: none"> • Biologisch abbaubare Polymere zu niedrigen Preisen

Auswirkungen auf die Chemieindustrie - Beispiele

Beim Einsatz biotechnologischer Verfahren hat sich in vielen Fällen schnell eine marktbeherrschende Position dieser Verfahren herausgebildet

	Produkt	Marktgröße (Millionen USD)	Biotechnologisch hergestellt (%)
Organische Säuren	• Zitronensäure	2.500	100
	• L-Milchsäure	300	100
Vitamine	• Vitamin C	500	100
	• Riboflavin (Vitamin B2)	200	95
Aminosäuren	• L-Glutaminsäure	1.300	100
	• L-Lysin	1.100	100
Andere	• Enzyme	1.800	80
	• Xanthan	400	100

Bei Riboflavin fand innerhalb von 4 Jahren ein nahezu kompletter Wechsel von einem chemischen zu einem biotechnologischen Verfahren statt

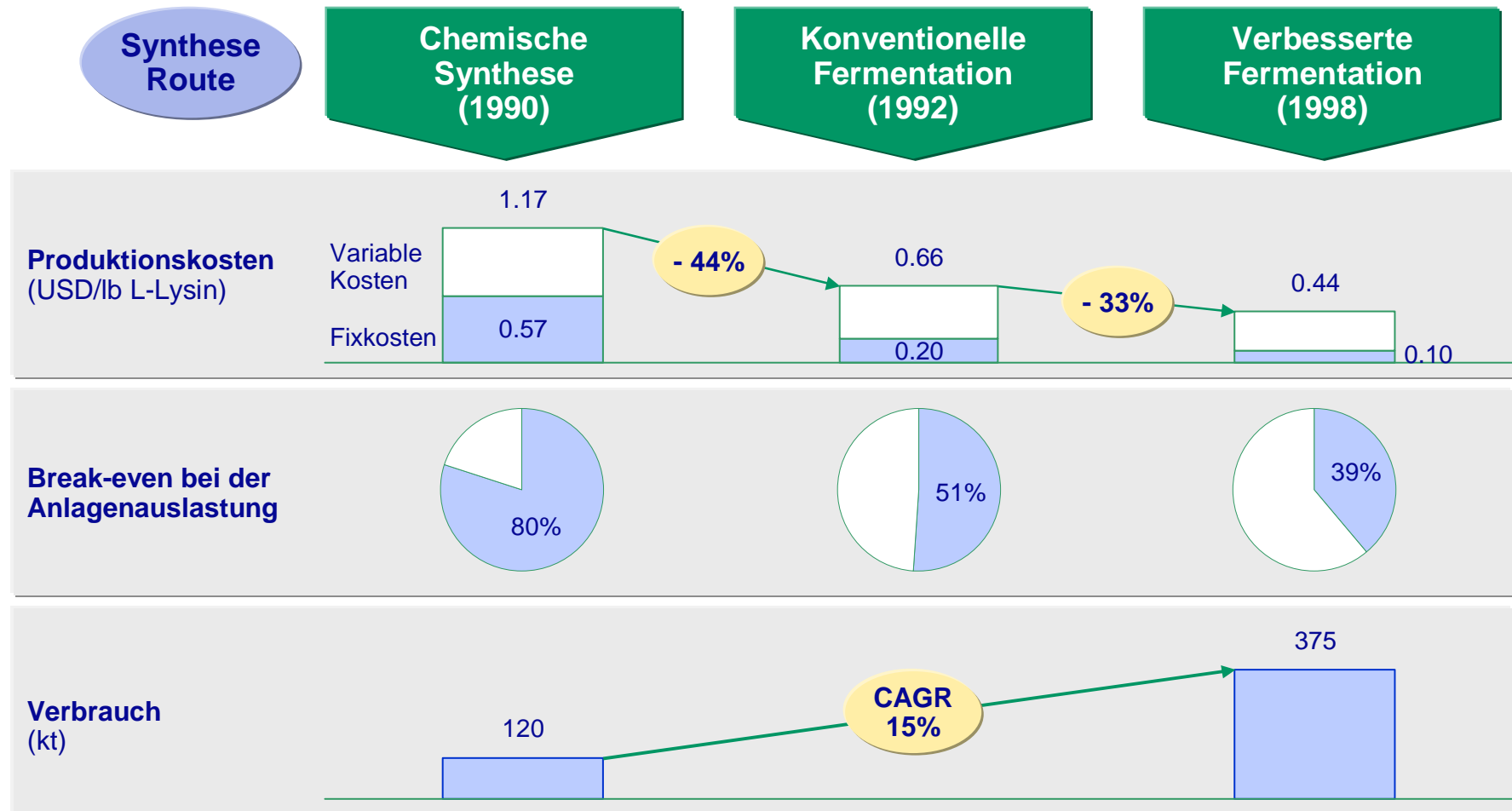


Auswirkung des Wechsels zu einem biotechnologischen Verfahren

- Produktionskosten um ca. 50% gesenkt
- Mindestanlagengrösse um Faktor >10 gesenkt
- Investitionsbedarf für neue Kapazitäten um >40% geringer

Auswirkungen auf die Chemieindustrie - Lysin

Der Einsatz hoch entwickelter Fermentationsverfahren kann die Kosten um mehr als 50% senken und die Flexibilität enorm steigern



Inhalt

1	Inhalt und Durchführung der Marktstudie
2	Grundlagen der industriellen Biotechnologie
3	Potential der industriellen Biotechnologie
4	Auswirkungen auf die Chemieindustrie
5	Schlussfolgerungen und Fazit
A	Anhang: Informationen zu Festel Capital

Der Einfluss der Biotechnologie auf die industriellen Produktionsverfahren wird weiter wachsen

- Durch Fortschritte in der biotechnologischen Forschung ergeben sich zunehmend Möglichkeiten, bestehende **chemische Produktionsprozesse** durch biotechnologische Verfahren zu ersetzen
- Ein wichtiger Aspekt ist neben den Produktionskosten (siehe folgende Seite) die **Zugänglichkeit von neuen Biotech-Produkten**, die durch herkömmliche Verfahren nicht hergestellt werden können (insbesondere bei Feinchemikalien, Performance Biologicals und Polymeren)
- Vor allem die **Herstellung von Feinchemikalien** (insbesondere von Wirkstoffen und Wirkstoffvorprodukten für die Agro- und Pharmaindustrie) ist von besonderem Interesse für die Entwicklung biotechnologischer Verfahren
- Ausgewählte chemische Produktionsverfahren bei Basischemikalien werden aus **Kostengründen** durch moderne biotechnologische Anlagen ersetzt

Die Produktionskosten sind die entscheidende Triebkraft für einen Wechsel zu biotechnologischen Produktionsverfahren

- Die entscheidende Triebkraft für einen Wechsel zu biotechnologischen Produktionsverfahren ist eindeutig der **Kostenfaktor**; andere Faktoren spielen kaum eine Rolle
- Ziel sind massive **Einsparungen bei den Produktionskosten** durch Prozessvereinfachungen und Einsparungen bei den Roh-, Neben- und Abfallprodukten
 - Ersatz mehrerer chemischer Schritte durch einen **biokatalytischen Schritt**
 - Die Produkte aus einer biotechnologischen Produktion sind meist reiner, so dass eine aufwendige **Aufarbeitung und Reinigung** entfällt
 - Weitere Gründe sind Nachhaltigkeit und Versorgung mit **günstigen Rohstoffen**
 - Bei biotechnologischen Produktionen wird meist mit geringeren Temperaturen und Drücken gearbeitet, so dass das **Gefährdungspotential** geringer ist
 - In einigen Bereichen (z.B. Nahrungs- und Kosmetikindustrie) lassen sich durch biotechnologische Verfahren „**natürlich**“ **hergestellte Produkte** besser verkaufen

Fermentation und Enzymkatalyse sind die interessantesten biotechnologischen Produktionsverfahren

- **Fermentation** von Mikroorganismen und **Enzymkatalyse** sind in den nächsten Jahren in der industriellen Biotechnologie die wichtigsten Verfahren
 - Die **Fermentation** bietet den Vorteil, dass sie einstufig ist und so relativ einfach zum gewünschten Produkt führt; der Nachteil ist, dass in einer großen „Verdünnung“ gearbeitet werden muss
 - Bei der **Enzymkatalyse** kann mit Konzentrationen von bis zu 50% gearbeitet werden; allerdings führt ein einzelner enzymkatalytischer Schritt nicht immer einstufig zum gewünschten Produkt, so dass mehrstufige Reaktionen erforderlich sind; trotzdem wird die zellfreie Biotransformation die Fermentation so weit wie möglich ersetzen
- **Transgene Pflanzen und Tiere** werden in den nächsten zehn Jahren zur Herstellung von Chemieprodukten keine bedeutende Rolle spielen

Bei biotechnologischen Produktionsverfahren müssen bestimmte Restriktionen beachtet werden

- Die Restriktionen biotechnologischer Produktionsverfahren werden mehrheitlich auf der **wirtschaftlichen Seite** gesehen (operative Kosten, FuE-Kosten, Investitionen)
 - Die Synthese von einfachen Molekülen auf chemischem Wege ist meist so günstig, dass die **Entwicklung eines biotechnologischen Produktionsverfahrens** in der Regel nicht wirtschaftlich ist
 - Die Entwicklung eines geeigneten **Biokatalysators** ist sehr kosten- und zeitintensiv und daher ist die Enzymkatalyse insbesondere bei Nischenprodukten nicht wirtschaftlich
 - Produktionsanlagen für den chemische Synthese existieren bereits; diese können nicht auf biotechnologische Produktion umgestellt werden, so dass massive **Neuinvestitionen** notwendig werden
- In sich **entwickelnden Nationen** hat die industrielle Biotechnologie dagegen sehr gute Wachstumschancen, da Biotechverfahren nicht gegen etablierte Verfahren in bestehenden Produktionsanlagen konkurrieren müssen

Inhalt

1	Inhalt und Durchführung der Marktstudie
2	Grundlagen der industriellen Biotechnologie
3	Potential der industriellen Biotechnologie
4	Auswirkungen auf die Chemieindustrie
5	Schlussfolgerungen und Fazit
A	Anhang: Informationen zu Festel Capital

Anhang: Informationen zu Festel Capital

Festel Capital setzt innovative Konzepte in der Managementberatung in der Chemie-, Pharma- und Biotechindustrie um

- **Festel Capital setzt innovative Konzepte bei der Managementunterstützung um**
 - Der anhaltende Strukturwandel in der Chemie-, Pharma- und Biotechindustrie erfordert neue Konzepte in der Managementberatung
 - Projektleiter/Manager auf Zeit unterstützen Industrieunternehmen und Finanzinvestoren zu attraktiven Konditionen mit einem Optimum aus Flexibilität und Kontinuität
 - Festel Capital übernimmt die Verantwortung für Beratungsergebnisse durch eine signifikanten Eigenkapitalbeteiligung
- **Festel Capital bietet Buyout-, Spin-off- und Start-up-Beratung in der Chemie-, Pharma- und Biotechindustrie als spezialisierte Dienstleistung an**
 - Festel Capital kann Industrieunternehmen und Finanzinvestoren von der Konzeptionierung bis zur Implementierung von Transaktionen unterstützen
 - Festel Capital unterstützt das operative Managements von Buyouts, Spin-offs und Start-ups auf Basis flexibler Beratungsmodelle

Anhang: Informationen zu Festel Capital

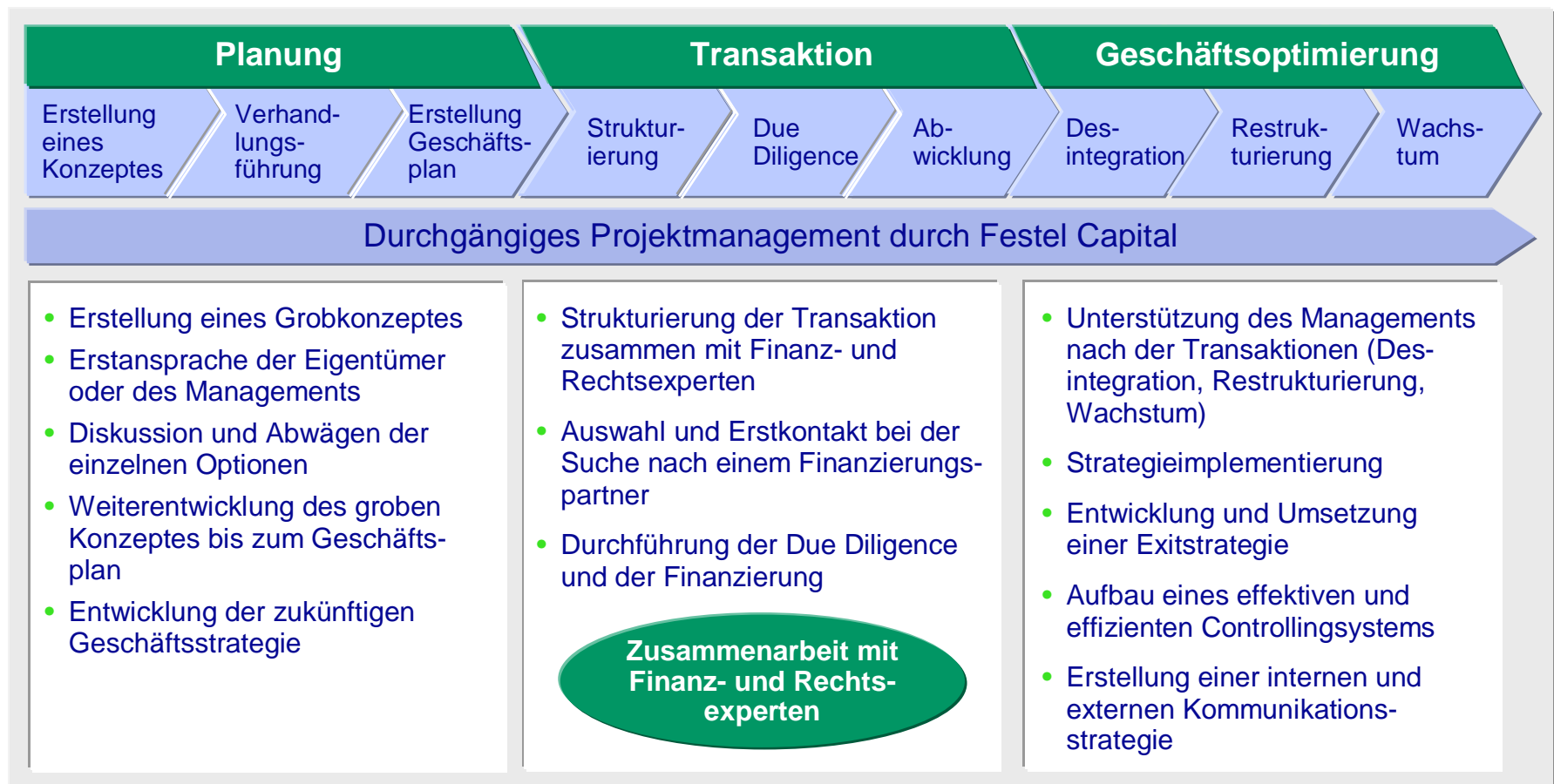
Festel Capital bietet Buyoutberatung als spezialisierte Dienstleistung, aber auch das gesamte Spektrum an Managementberatung an

- **Festel Capital bietet nahezu das gesamte Spektrum an Managementberatung speziell für die Chemie-, Pharma- und Biotechindustrie an**
 - Festel Capital hat Expertise auf fast allen Gebieten klassischer Managementberatung
 - Festel Capital hat umfangreiche Erfahrungen bei der Entwicklung und Umsetzung von Wachstumsstrategien (z.B. Outsourcing und Dienstleistungskonzepte)
- **Festel Capital ist ein Kompetenz-Netzwerk aus Beratern und Industrieexperten aus der Chemie-, Pharma- und Biotechindustrie**
 - Gunter Festel hat eine zehnjährige Berufserfahrung bei renommierten Industrie- und Beratungsunternehmen
 - Je nach Bedarf können erfahrene Berater und Industrieexperten aus den unterschiedlichsten Bereichen hinzugezogen werden

Anhang: Informationen zu Festel Capital

Festel Capital kann Industrieunternehmen und Finanzinvestoren von der Konzeptionierung bis zur Implementierung von Transaktionen unterstützen

- Festel Capital verbindet im Gegensatz zu Investmentbanken und M&A-Beratern industrieespezifische Buyout-, Spin-off- und Start-up-Beratung mit fundierter Strategieberatung



Anhang: Informationen zu Festel Capital

Bei zukunftsweisenden Strategiethemata ist spezielles Know-how vorhanden, mit welchem profitable Wachstumsfelder erschlossen werden können

- Interview-basierte Marktstudien ermöglichen den Zugang und den inhaltlichen Austausch mit hochrangigen Gesprächspartnern bei potenziellen Kunden und haben eine Reihe von überaus positiven Effekten für den Geschäftsaufbau
- Die Durchführung einer solchen Marktstudie gliedert sich in 5 Phasen und dauert etwa 4 Monate



Gunter Festel hat eine zehnjährige Berufserfahrung bei renommierten Industrie- und Beratungsunternehmen



Dr. Gunter Festel (37) - Gründer und Inhaber von Festel Capital

- **Ausbildung:** Studium der Chemie (Dipl.-Chemiker), Promotion in Polymerchemie (Dr. rer. nat.), Studium der Betriebs- und Volkswirtschaft (Dipl.-Volkswirt); mehrmonatige Praktika bei **BASF** und **Unilever**
- **Industrieerfahrung:** 5 Jahre bei **Bayer** in Dormagen und Leverkusen
 - Laborleiter in der F&E und Anwendungstechnik für Klebstoffe
 - Stabsmitarbeiter im F&E-Management und F&E-Controlling
 - Produktmanager mit Umsatz- und Ergebnisverantwortung für Synthesekautschuk
- **Beratungserfahrung:** 5 Jahre bei **McKinsey** und **Arthur D. Little** (zuletzt als Mitglied der Geschäftsführung und Leiter des Chemie- und Pharmageschäftes in der Schweiz) mit umfangreicher Projekterfahrung in der Chemie-, Pharma- und Biotechindustrie in den Bereichen
 - Unternehmensstrategie und -finanzierung
 - Mergers & Acquisitions und Postmergerintegration
 - Organisationsentwicklung
 - Unternehmensrestrukturierung und Kostenoptimierung
 - F&E- und Innovationsmanagement
 - Industriedynamik und -ökonomie
- **Sonstige Tätigkeiten:** Initiator und Vorsitzender der **Vereinigung für Chemie & Wirtschaft** (VCW) innerhalb der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)

Festel Capital hat bisher bereits für eine Reihe namhafter Klienten aus der Chemie- und Pharmaindustrie gearbeitet

Festel Capital hat bisher mit folgenden Unternehmen zusammengearbeitet



BASF



degussa.



SIEMENS

