

Wirtschaftlichkeitsrechnung und quantitative Marktrecherche für die Herstellung und den Vertrieb von mikrostrukturierten Oberflächen

Diplomarbeit von
Manuel Goller

Bionic Surface TechnologiesTM OG



Eingereicht am
Institut für Betriebswirtschaftslehre und Betriebssoziologie
der Technischen Universität Graz
O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. U. Bauer



Graz, im April 2010

Abstract

Today the production of micro- respectively nanostructures is a technological challenge. Research in this challenge is very high. The process to produce such microstructures on large surfaces is very complex and cost intensive.

This thesis is split in two parts. The first part is a cost- and quality study about the current process of production, which is used by Bionic Surface TechnologiesTM OG. The job was to find alternative ways and to analyze these processes. There aren't many papers about the subject of micro technology. That's why this part is operated on interviews with experts. Quality and costs of six detected processes are faced and compared to the current technology. Out of these results a recommendation for the production of micro structured foil is given.

The second part is an analysis about markets, for which purchase of micro structured foil to reduce drag is interesting. Market entry barriers have been appointed out of a comprehensive market research furthermore the market volume for each segment has been calculated out of the located figures. Finally a recommendation for markets, which should be delivered in short- and long-term, is given.

Kurzfassung

Die Herstellung von Mikro- bzw. Nanostrukturen ist derzeit eine technologische Herausforderung welche intensiv erforscht wird. Aktuell können solche Strukturen nur unter großem Aufwand und mit dementsprechend hohen Kosten auf großen Flächen hergestellt werden.

Diese Arbeit ist in zwei Teile aufgeteilt. Im ersten Teil wird das aktuelle Herstellungsverfahren, welches bei Bionic Surface TechnologiesTM OG zur Anwendung kommt, hinsichtlich Qualität und Kosten analysiert. Von Unternehmensseite wurde vorgegeben, alternative Verfahren zu finden und diese zu untersuchen. Da es im Bereich der Mikrostrukturtechnik aktuell sehr wenig Veröffentlichungen gibt wurde in diesem Teil im Zuge einer Primärrecherche mit Experteninterviews gearbeitet. Es wurden sechs Verfahren gefunden und für jedes Qualität und Kosten gegenübergestellt. Diese konnten dann mit dem von BST verwendeten verglichen werden. Darauf aufbauend wurde eine Handlungsempfehlung für die Herstellung von mikrostrukturierter Folie gegeben.

Im zweiten Teil geht es darum, Märkte zu analysieren, für die mikrostrukturierte Folien zur Reibungsverminderung interessant sind. Aus einer umfangreichen Sekundärrecherche konnten für jedes Marktsegment die Markteintrittsbarrieren ermittelt werden. Des Weiteren wurden aus den recherchierten Zahlen dann die Marktvolumina für jedes Segment bestimmt. Den Abschluss bildet wiederum eine Handlungsempfehlung, in der angegeben wird welche Märkte kurz- und langfristig beliefert werden sollten.

Danksagung

Diese Arbeit entstand am Institut für Betriebswirtschaftslehre und Betriebssoziologie der Technischen Universität Graz in Zusammenarbeit mit Bionic Surface TechnologiesTM OG. Ich bedanke mich bei jedem, der mir bei der Durchführung dieser Arbeit behilflich war.

Firmenseitig möchte ich mich bei Dipl.-Ing. Peter Leitl sowie Dipl.-Ing. Andreas Flanschger, für die Ratschläge und Diskussionsbereitschaft bezüglich praktischer Fragen bedanken. Vom Institut für Betriebswirtschaftslehre und Betriebssoziologie bedanke ich mich recht herzlich bei Dipl.-Ing. Paul Pflieger für die guten präparativen und methodischen Möglichkeiten und die stete Diskussionsbereitschaft mit vielen guten Ratschlägen.

Ganz besonders möchte ich an dieser Stelle bei meinen Eltern Roswitha und Herbert Goller für ihre Unterstützung und Geduld während meiner gesamten Ausbildung, meiner Tante Ilse Goller sowie meiner gesamten Familie danken. Ohne eueren Rückhalt wäre ich sicher nicht dort, wo ich heute bin.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Die Unternehmung	1
1.2	Ausgangssituation	1
1.3	Aufgabenstellung und Ziele	3
2	Grundlagen	5
2.1	Markt	5
2.1.1	Bedürfnisse und Wünsche	6
2.1.2	Marktgröße	8
2.1.3	Markteintrittsbarrieren	10
2.1.4	Marktsegmentierung	11
2.2	Marketing	13
2.3	Marketing-Management	15
2.4	Marktforschung	16
2.4.1	Aufgaben der Marktforschung	17
2.4.2	Der Marktforschungsprozess	19
2.5	Merkmale guter Marktforschung	24
2.6	Überleitung	25
3	Praktischer Teil	26
3.1	Einleitung	26
3.2	Aufbau	27
4	Technologierechere	30
4.1	Aktuelles Verfahren	30
4.1.1	Erzeugen der Masterstruktur	31
4.1.2	Strukturabformung	32
4.1.3	Replikation	32
4.2	Alternative Technologien	35
4.2.1	Mikrozerspanung	35

4.2.2	MicroWind - Prozess	38
4.2.3	Elektrochemische Mikrobearbeitung	39
4.2.4	Lasertechnik	40
4.2.5	Festklopfverfahren	42
4.2.6	Ätzverfahren	42
4.3	Bewertung	44
4.4	Diskussion und Ausblick	46
4.4.1	Schwierigkeiten	47
4.4.2	Ausblick	47
4.4.3	Empfehlung	48
5	Marktrecherche	49
5.1	Marktsegmentierung	49
5.2	Windkraftanlagen	50
5.2.1	Marktentwicklung	50
5.2.2	Eintrittsbarrieren und technische Herausforderungen	58
5.3	Fahrräder	61
5.3.1	Eintrittsbarrieren und technische Herausforderungen	61
5.3.2	Marktvolumen	64
5.4	Aerohelme	65
5.4.1	Markteintrittsbarrieren und technische Herausforderungen	66
5.4.2	Marktvolumen	67
5.5	Flugzeugindustrie	68
5.5.1	Eintrittsbarrieren und technische Schwierigkeiten	68
5.5.2	Marktentwicklung und Tendenzen	68
5.5.3	Marktvolumen	70
5.5.4	US amerikanischer Markt	74
5.5.5	Zusammenfassende Darstellung des Flugzeugmarktes	75
5.6	Freie Flieger	76
5.6.1	Segelflieger	76
5.7	Handelsschiffe	79
5.7.1	Marktentwicklung	79
5.7.2	Markteintrittsbarrieren und technische Herausforderungen	80
5.7.3	Marktvolumen	81
5.7.4	Zusammenfassende Darstellung des Schiffmarktes	89
5.8	Surfbretter	91
5.8.1	Marktentwicklung und Marktvolumen	91

5.9	Werbeträger	95
5.9.1	RedBull AirRace	95
5.9.2	America's Cup	97
5.9.3	Rekordfahrzeuge	98
5.10	Diskussion und Ausblick	101
5.10.1	Schwierigkeiten	101
5.10.2	strategischer Ausblick	102
5.10.3	kurzfristige Empfehlung	103
5.10.4	langfristige Empfehlung	103
	Literaturverzeichnis	105
	Abkürzungsverzeichnis	109
	Abbildungsverzeichnis	112
	Tabellenverzeichnis	114

1 Einleitung

1.1 Die Unternehmung

Bionic Surface TechnologiesTM OG, im weiteren BST genannt, ist eine sehr kleine Unternehmung welche von Dipl.-Ing. Andreas Flanschger und Dipl.-Ing. Peter Leitl geführt wird. Der Firmensitz ist das akademische Gründerzentrum Science Park Graz.

Der Kern der Geschäftsidee ist es, eine Folie mit einer speziellen Struktur zur Reibungsverminderung auszulegen. Für den Kunden entsteht somit der einmalige Service, dass die Strömungsverhältnisse an seiner Anwendung optimiert und durch die Einbringung des Produktes wesentlich verbessert werden.

Konkret ist durch die Reibungsverminderung von einem Strömungskörper in einem Fluid eine Leistungssteigerung um bis zu 8% bei gleichbleibender Geometrie und gleichbleibenden Leistungsinput möglich. Aktuell wird die Folie im Spitzensport wie Rennrad und Flugsport eingesetzt. Zukünftig sollen auch industrielle Anwendungen wie z.B. Windkraftwerke oder die Sportindustrie beliefert werden.

Neben der Entwicklung von mikrostrukturierten Folien werden von BST, in einem zweiten Geschäftszweig, Computer Fluid Dynamics (CFD)-Analysen, um die Strömungsverhältnisse um den jeweiligen Körper berechnen zu können, angeboten. Diese CFD-Analysen sind die Basis für folgende strömungstechnische Verbesserungen oder Optimierungen durch strukturierte Oberflächen.

1.2 Ausgangssituation

Eine Leistungssteigerung mittels Mikrostruktur kann nur erreicht werden, wenn die Abmaße exakt eingehalten werden. Um die geforderte Genauigkeit der Struktur zu erreichen

wird das Herstellungsverfahren momentan in drei Stufen (Abb. 1.1) unterteilt.¹

1. Stufe - Erzeugen der Masterstruktur

In der ersten Stufe wird Masterstruktur erstellt. Dazu wird erst mittels Interferenzlitographie (siehe 4.1.1) eine Matrize hergestellt.

2. Stufe - Strukturabformung

Die lithographisch gefertigte Struktur dieser Matrize wird in einem nächsten Schritt auf große Nickelshims übertragen. Drei solcher Shims werden nun durch Schweißen verbunden und anschließend auf eine Walze gepresst.

3. Stufe - Replikation

Mit dieser Walze wird das Profil nun auf eine mit Lack benetzte Trägerfolie übertragen. Der Lack wird in einem letzten Schritt durch UV-Licht ausgehärtet.



Abbildung 1.1: Prozesskette der Folienherstellung
Quelle: Gombert (2003)

Der Ansatz zur Leistungssteigerung durch Reibungsverminderung wird seit 1983 erforscht.² Schon in den 1990ziger Jahren gab es Versuche Strömungskörper mit mikrostrukturierter Folie zu bekleben. Diese hatte den großen Nachteil eines sehr viel höheren Flächengewichtes. Des Weiteren war es aufgrund des Fertigungsverfahrens nicht möglich die geforderte Genauigkeit zu produzieren. Damals wurde die Struktur anhand von eindimensionalen Berechnungen ausgelegt, was für eine 3D-Anwendung ungeeignet ist.³

BST ist es gelungen mit Hilfe von CFD-Berechnungsprogrammen und Herstellungsverfahren aus der Nanooptik die oben erwähnten Probleme zu lösen. Es stellt sich die Frage auf welchen Märkten ein Potential ersichtlich ist.

1 Vgl. Gombert (2003), S. XI-1

2 Vgl. Walsh (1983), S. 2 f.

3 Vgl. Bechert (2000), S. 1 ff.

1.3 Aufgabenstellung und Ziele

Diese Arbeit ist in zwei Teile unterteilt. Im ersten Teil sind alternative Möglichkeiten zur Herstellung mikrostrukturierter Folien zu finden. Die Abläufe der Verfahren sind in Teilprozesse aufzusplitten. Ausgehend von drei verschiedenen Folienstrukturen sind die Prozesse zu analysieren und monetär zu bewerten. Anschließend sind die einzelnen Herstellungsverfahren hinsichtlich Kosten und Qualität für die jeweiligen Folienstrukturen zu vergleichen. Es soll eine Herstellempfehlung für jede Folienstruktur abgegeben werden.

Im zweiten Teil ist eine umfangreiche Marktrecherche für potentielle Märkte durchzuführen. Es ist eine Marktsegmentierung aufzustellen. Nach Abklärung der interessanten Märkte sind für diese die Marktvolumina zu definieren und Qualitätsanforderungen festzulegen.

Folgende Ziele werden im Zuge dieser Diplomarbeit abgearbeitet und dokumentiert:

- Finden von zumindest drei alternativen Verfahren zur Werkzeugherstellung für die Folienherstellung
- Für die Herstellungsverfahren sind die entsprechenden Daten durch Interviews zu erheben
- Analyse der erreichbaren Genauigkeit für jedes Herstellungsverfahren
- Gliederung der Herstellungsverfahren in ihre Teilprozesse
- Kostenanalyse aller Teilprozesse
- Bestimmung der Gesamtkosten für jedes Herstellungsverfahren im Bezug auf 3 von BST gewählten Strukturparametern
- Bewertung und Vergleich der Herstellungsverfahren hinsichtlich Kosten und Einsatzgebiet
- Bestimmung der nicht monetär vergleichbaren Vor- und Nachteile jedes Verfahrens
- Auflistung von potentiellen Anwendungsgebieten und Einteilung in Märkte
- Bestimmung des Marktvolumen für diese Anwendungen/Märkte
- Bestimmung von Qualitätsanforderungen an die Folien in den verschiedenen Anwendungen/Märkten

- Durchführung einer Sekundärforschung für 3 mit BST abgestimmten Marktsegmenten

Dabei sollen alternative Möglichkeiten zur Herstellung von mikrostrukturierten Oberflächen hinsichtlich ihrer Kosten bzw. Qualität untersucht werden. Des Weiteren ist die aktuelle Marktsituation zu analysieren. Es sollen potentielle Märkte untersucht und bewertet werden.

2 Grundlagen

In den Grundlagen geht es darum die Theorie hinter den Begriffen Marketing-Management und Marktforschung zu klären. Es wird dabei aufgezeigt wie eine Marktrecherche systematisch durchgeführt wird und welche Informationsquellen für diese im Allgemeinen herangezogen werden können.

Bevor der Begriff Marketing-Management geklärt werden kann geht es zunächst darum den Markt zu definieren. Ist ein Verständnis für die beiden Themen gegeben, so kann die Marktforschung definiert werden.

2.1 Markt

Der Grundgedanke des Marktes ist die Transaktion.⁴ Im Ursprung verstand man unter dem Begriff Markt einen Ort (z.B. Marktplatz), an dem Personen zusammentreffen um Waren auszutauschen.

Dabei sind 5 Strukturmerkmale vorhanden:^{5 6}

- Anbieter (Verkäufer)
- Nachfrager (Käufer)
- Produkt
- Distributionsweg
- Gesellschaftliche Rahmenbedingungen

4 Vgl. Kotler (1988), S. 12

5 Vgl. Kotler (2001), S. 20

6 Vgl. Freiling/Reckenfeldäumer (2004), S. 75 f.

Ein Markt ist demnach ein Ort an dem Austauschprozesse zwischen Marktteilnehmern (Anbieter und Nachfrager) stattfinden. Die für den Anbieter interessante Größe des Marktes hängt damit von der Anzahl der Personen ab, die gewillt sind und die Möglichkeit haben etwas zu tauschen. Kotler unterscheidet noch zwischen *Markt als Ort* (Marketplace) und *Markt als Raum* (Marktspace). Mit Marketplace ist damit der reale Ort z.B. Dorflplatz, Kaufhaus usw. gemeint. Der Marktspace entwickelte sich mit der Verbreitung des Internet, ist als virtueller Ort des Tausches definiert und wird im Vergleich zum Marketplace in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen.^{7 8}

2.1.1 Bedürfnisse und Wünsche

Grundlegend für die Entstehung eines Marktes bzw. für das Marketing ist das Mangelgefühl eines Menschen, das Bedürfnis.⁹ Abraham Maslow beschreibt in der Maslowschen Bedürfnispyramide die Bedürfnisse für den Menschen. Diese sind nach ihrer Wichtigkeit in einer Hierarchie gegliedert (Abbildung 2.1). Dabei wird zwischen existentiellen Grundbedürfnissen (Stufe I und II) und den sozialen Bedürfnissen (Stufe II, IV und V) unterschieden.¹⁰

7 Vgl. Jung (2006), S. 555

8 Vgl. Kotler (2001), S. 19 ff.

9 Vgl. Steffenhagen (2008), S. 22

10 Vgl. Kotler (2001), S. 343 f.

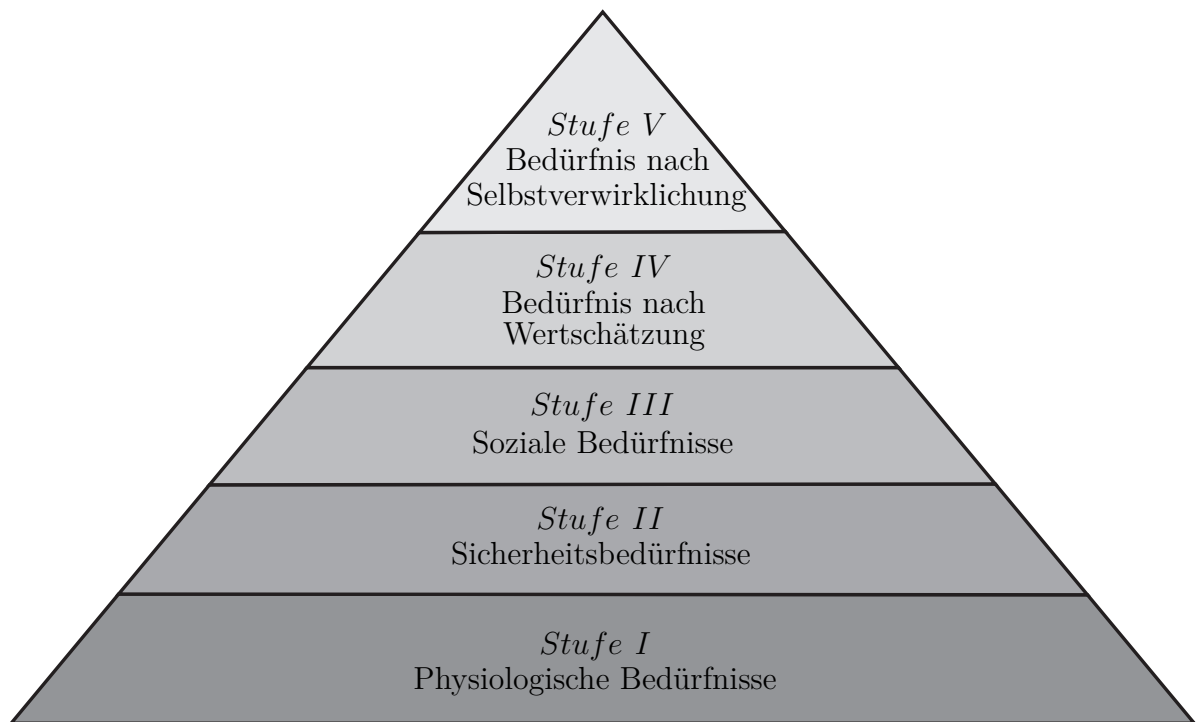


Abbildung 2.1: Maslowsche Bedürfnispyramide
Quelle: vgl. Kotler (2001)

Folgende Beispiele können für jede Hierachiestufen gegeben werden:¹¹

- I** Nahrung, Wohnung, Kleidung, Gesundheit, Fortpflanzung
- II** Sicherheit, Arbeit, Altersvorsorge, Schutz des Lebens
- III** Partnerschaft, Zuwendung, Freunde, Familie
- IV** Karriere, Beachtung, Macht, Status, Geld, Verantwortung
- V** Hobbys, Weltreise, Sportartikel, Religion

Wichtig bei der Motivationstheorie nach Maslow ist, dass der Mensch immer bestrebt ist, die hierarchisch tiefer gelegenen Bedürfnisse zuerst zu befriedigen. Erst wenn z.B. der Hunger gestillt ist wird er Interesse am Status zeigen.¹²

Ausgangspunkt für das Zustandekommen eines Marktes und somit für das Marketing sind somit menschliche Bedürfnisse und Wünsche. Wie Eingangs erwähnt, versteht man

¹¹ Vgl. Freiling/Reckenfeldäumer (2004), S. 111 f.

¹² Vgl. Kotler (2001), S. 343 f.

unter Bedürfnis ein Mangelgefühl. Es ist noch zu klären was unter Wunsch verstanden wird und welcher Zusammenhang zwischen Bedürfnis und Wunsch besteht.^{13 14}

Hat eine Person ein Mangelgefühl, so ist sie bestrebt dieses Bedürfnis zu befriedigen. Dieses Motiv oder das Ziel den Mangelzustand zu beseitigen wird als Wunsch bezeichnet. Ist durch die Nachfrage und den Austausch der Wunsch nach spezifischen Produkten oder Dienstleistungen gestillt, so entsteht ein Nutzen für Anbieter und Nachfrager. Dies sei an einem einfachen Beispiel verdeutlicht: Ein junger Mann hat Hunger (Physiologisches Bedürfnis nach Nahrung). Er wünscht sich ein Wienerschnitzel. Um sein Bedürfnis zu befriedigen geht er in ein Gasthaus (Markt) tauscht Geld gegen ein Schnitzel (Austausch). Es entsteht ein Nutzen für den Wirt (Anbieter), welcher das Entgelt für das Schnitzel (Bedürfnis nach Wertschätzung) erhält und für den jungen Mann (Nachfrager), welcher sein Hungergefühl stillt.^{15 16}

Zusammengefasst kann als Markt ein Ort, egal ob reell oder virtuell (z.B. Onlinemarkt), bezeichnet werden, an dem sich Menschen mit gewissen Bedürfnissen treffen, welche dort befriedigt werden. In der Wissenschaft wird der Markt über eine Marktstruktur, mit gewissen Marktregeln in der Marktprozesse ablaufen, definiert.¹⁷

2.1.2 Marktgröße

Um einen Markt überhaupt definieren zu können ist es für Unternehmungen wichtig die Marktgröße zu bestimmen. Um zu wissen welche Bezugsgrößen für die Ermittlung der Nachfrage herangezogen werden, müssen vier Begriffe definiert werden, wobei immer die Anzahl der möglichen Käufer angesprochen wird:^{18 19}

13 Vgl. Steffenhagen (2008), S. 22

14 Vgl. Kotler (2001), S. 13

15 Vgl. Kotler (2001), S. 13

16 Vgl. Steffenhagen (2008), S. 22 f.

17 Vgl. Freiling/Reckenfelderbäumer (2004), S. 76

18 Vgl. Kotler (2001), S. 236 ff.

19 Vgl. Jung (2006), S. 560 ff.

- **Marktkapazität**

Die Marktkapazität beschreibt die Gesamtaufnahmefähigkeit, wenn alle Käufer ihr Bedürfniss befriedigen würden, d.h. die Kaufkraft wird nicht berücksichtigt.²⁰

- **Marktpotential**

Das Marktpotential definiert wie viele Produkte oder Dienstleistungen abgesetzt werden können, wenn alle potentiellen Abnehmer, die das Bedürfniss und die Möglichkeit (Kaufkraft und Zugang zum Angebot) hätten, diese zu kaufen.²¹ Kotler bezeichnet das Marktpotential als Maximum der Gesamtnachfrage bei gegebenem Umfeld, wobei mit *gegebenem Umfeld* immer die aktuelle Wirtschaftslage der Branche gemeint ist.²²

- **Marktvolumen**

Unter dem Marktvolumen versteht man den gesamten Absatz der tatsächlich innerhalb einer Branche im entsprechenden Teilmarkt getätigt werden kann. Dabei bezieht sich das Nachfragevolumen immer auf eine entsprechend definierte Periode.^{23 24}

- **Marktanteil**

Der Anteil der Absätze, den eine Unternehmung am Marktvolumen hat wird als Marktanteil bezeichnet. Der Marktanteil bestimmt auch die Position einer Unternehmung im Markt. Rechnerisch kann der absolute, prozentuelle Marktanteil wie folgt ausgedrückt werden:^{25 26 27}

$$\text{Marktanteil der Unternehmung} = \frac{\text{Absatz der Unternehmung}}{\text{Marktvolumen}} * 100\%$$

20 Vgl. Kamez (2001), S. 28

21 Vgl. Jung (2006), S. 560

22 Vgl. Kotler (2001), S. 240 f.

23 Vgl. Jung (2006), S. 560

24 Vgl. Kamez (2001), S. 28

25 Vgl. Jung (2006), S. 560 f.

26 Vgl. Kamez (2001), S. 28

27 Vgl. Kotler (2001), S. 227

In Abbildung 2.2 sind die Beziehungen der Marktgrößen veranschaulicht.

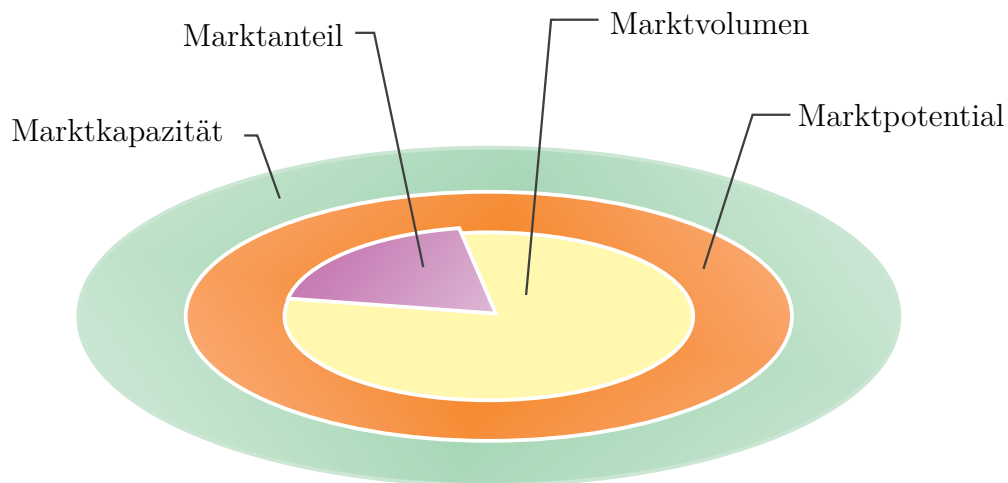


Abbildung 2.2: Marktgrößen
Quelle: Bauer (2007), S. 3-7

2.1.3 Markteintrittsbarrieren

Als Markteintrittsbarrieren oder Zugangsbarrieren werden generelle und strukturelle Hindernisse in einer speziellen Branche bezeichnet. Durch sie wird die Marktgröße weiter reduziert. Diese Beschränkungen können sowohl die Rahmenbedingungen der Branche betreffen, z.B. darf ein Motorrad in ein gewisses Land nicht exportiert werden (rechtliche Rahmenbedingungen nicht gegeben), als auch marktbezogene Gegebenheiten, z.B. fehlende Vertriebskanäle in einer Region. Des Weiteren können auch die Strukturmerkmale der Unternehmung als Markteintrittsbarriere genannt werden. So kann es z.B. für eine kleine Unternehmung, welche nicht über die notwendigen Ressourcen verfügt um neue Entwicklungsprojekte zu forcieren, schwierig sein, solche Projekte mit einem großen Konzernen durchzuführen, da man unter Umständen nicht in deren Beschaffungskonzept passt.^{28 29}

²⁸ Vgl. Backhaus (1997), S. 150 f.

²⁹ Vgl. Kotler (2001), S. 237

2.1.4 Marktsegmentierung

Um am Markt erfolgreich zu sein ist es für eine Unternehmung essentiell zu wissen, wer ihre Kunden sind. Diese unterscheiden sich in einer oder mehreren Variablen, z.B. ihre Wünsche, Einkommen, soziale Stellung, Wohnort voneinander. In der Marktsegmentierung wird eine Unterteilung definiert, in welcher in jedem Segment Kunden stehen, deren Variablen möglichst homogen sind. Die Segmente sollten dabei zueinander möglichst heterogen sein.^{30 31 32}

Vor der Marktsegmentierung steht die Analyse der Zielgruppen. Sind diese bekannt, dann kann der Konsumgütermarkt anhand folgender sozioökonomischen Kriterien segmentiert werden:³³

- **Demographische Merkmale:**
Familienstand, Geschlecht, Wohnort, Alter usw.
- **Sozioökonomische Merkmale:**
Einkommen, Vermögen, Beruf usw.
- **Besitzmerkmale:**
Besitz von bestimmten Luxusgütern
- **Verhaltensmerkmale:**
Art des Einkaufens, der Mediennutzung usw.

Steht im Konsumgütermarkt das Verhalten der Käufer im Vordergrund, so gilt es im Industriegütermarkt Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede im organisatorischen Einkaufsverhalten von Unternehmungen zu finden. Nach diesen kann der Markt dann wie folgt segmentiert werden.³⁴

1. Allgemeine Merkmale:

- *direkt beobachtbar*
Unternehmensgröße, Organisationsstruktur, Standort, Betriebsform, Finanzrestriktionen usw.

30 Vgl. Kamez (2001), S. 40

31 Vgl. Kotler (2001), S. 416

32 Vgl. Berekhoven/Eckert/Ellenrieder (2006), S. 243

33 Vgl. Berekhoven/Eckert/Ellenrieder (2006), S. 24

34 Vgl. Backhaus (1997), S. 183

- *indirekt beobachtbar, abgeleitet*
Unternehmungsphilosophie, Zielsystem der Unternehmung

2. Kaufspezifische Merkmale:

- *direkt beobachtbar*
Abnahmemenge bzw. -häufigkeit, Anwendungsbereich der nachgefragten Leistung, Neu-/Wiederholungskauf, Marken-/Lieferantentreue, Verwenderbranche/Letztverwendersektor
- *indirekt beobachtbar, abgeleitet*
organisatorische Beschaffungsregeln

Neben dieser statischen Marktsegmentierung wird im Industriegütermarkt auch oft auf einen mehrdimensionalen strukturellen Ansatz zurückgegriffen. Dabei werden Kriterien zur Abgrenzung des Segmentes miteinander in Beziehung gebracht. Im dreidimensionalen Ansatz nach *Abell* werden zur Beschreibung des strategischen Geschäftsfeld folgende drei Dimensionen bestimmt:^{35 36}

- Betrachtete Kundengruppe (customer group)
- Angebotener Funktionsumfang (customer function)
- Technologieangebot (alternative technologies)

Durch die Marktsegmentierung wird einer Unternehmung gezeigt, welche relevanten Märkte sie mit ihren Produkten oder Dienstleistungen beliefern kann. In einer Zielmarktbestimmung wird abschließend durch Bewertungs- und Entscheidungsprozesse bestimmt, welche Segmente wann bearbeitet werden sollen um erfolgreich am Markt zu sein.³⁷

35 Vgl. Backhaus (1997), S. 190

36 Vgl. Abell (1980), S. 22 ff.

37 Vgl. Kotler (2001), S. 452

2.2 Marketing

Der Begriff *Marketing* wurde historisch gesehen in den USA um das Jahr 1910 entwickelt. Umgangssprachlich wird unter Marketing oftmals die Werbung, Vertrieb oder Verkaufsförderung eines Produktes verstanden.³⁸ Im wissenschaftlichen Gebrauch geht Marketing über die Produktpräsentation hinaus. Man spricht von einer theoretisch fundierten marktorientierten Unternehmungsführung.³⁹

Es geht um die Befriedigung von Bedürfnissen und Wünschen durch den Austausch von Produkten oder Dienstleistungen zwischen Einzelpersonen und Gruppen.⁴⁰ In den verschiedenen Literaturen ist der Begriff Marketing unterschiedlich definiert. Einige Definitionen seien hier angeführt:

American Marketing Association (AMA): Marketing is the activity, set of institutions, and processes for creating, communicating, delivering, and exchanging offerings that have value for customers, clients, partners, and society at large.⁴¹

Kamez: Marketing ist die systematische Ausrichtung aller Unternehmensaktivitäten auf dem Markt.⁴²

Kotler: Marketing ist ein Prozess im Wirtschafts- und Sozialgefüge, durch den Einzelpersonen und Gruppen ihre Bedürfnisse und Wünsche befriedigen, indem sie Produkte und andere Dinge von Wert erzeugen, anbieten und miteinander austauschen.⁴³

Meffert: Marketing bedeutet Planung, Koordination und Kontrolle aller auf die aktuellen und potentiellen Märkte ausgerichteten Unternehmensaktivitäten. Durch eine dauerhafte Befriedigung der Kundenbedürfnisse sollen die Unternehmensziele im gesamtwirtschaftlichen Güterversorgungsprozess verwirklicht werden.⁴⁴

Stellt die AMA in ihrer Definition neben dem Marketingmix-Gedanke, den Austausch in den Mittelpunkt, so betont Kamez die Methode. Kotler spricht mit dem Marketing

38 Vgl. Backhaus (1997), S. 7

39 Vgl. Schneider (2007), S. 1

40 Vgl. Kotler (2001), S. 12

41 <http://www.marketingpower.com/AboutAMA/DefinitionofMarketing.aspx> (9.4.2010)

42 Kamez (2001), S. 5

43 Kotler (2001), S. 12

44 Meffert (1997), S. 2

besonders den Austauschgedanke an. Wie später ersichtlich definiert er die Multidimensionalität des Marketings (Maxime, Mittel und Methode) mit dem Begriff Marketing-Management. Obwohl die Definitionen des Marketing unterschiedlich sind, ist das Ziel immer das Selbe. Es geht darum, den Markt zu analysieren und zu beurteilen, um einen komperativen Konkurrenzvorteil (KKV) zu haben. Dies wird als wichtiger Erfolgsfaktor der Unternehmungspolitik gesehen.⁴⁵

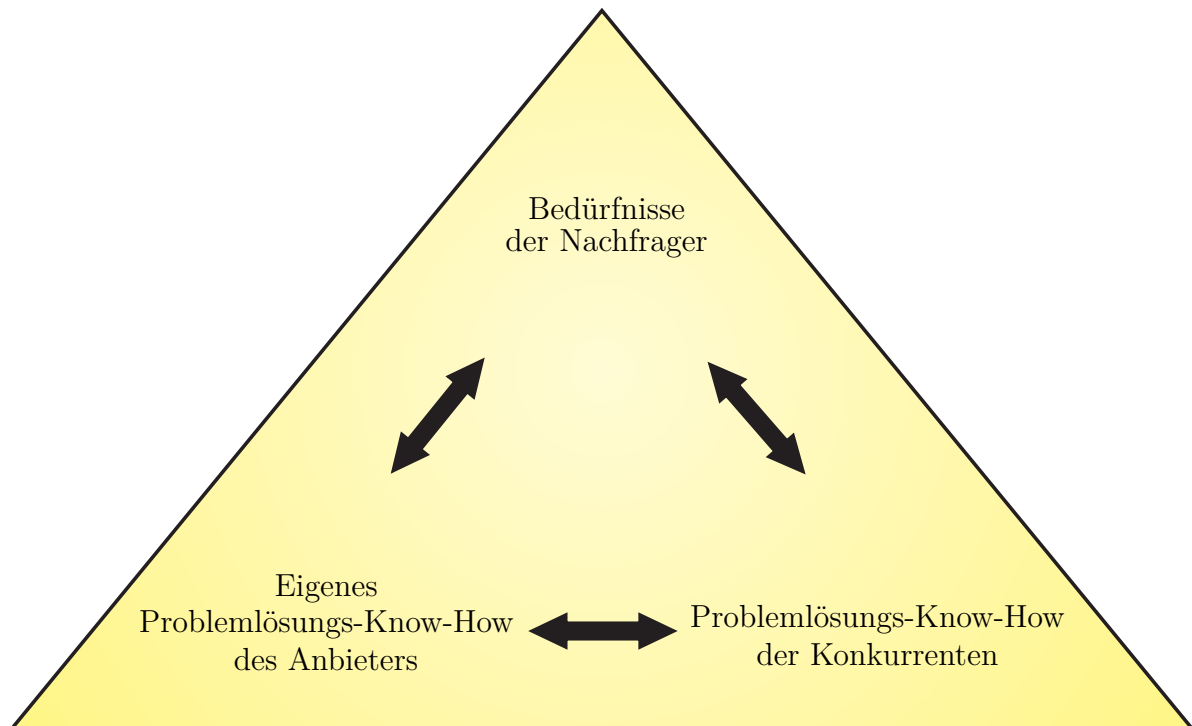


Abbildung 2.3: Einflussgrößen des komperativen Konkurrenzvorteils
Quelle: Backhaus (1997), S. 23

Der KKV bringt nicht nur einen Vorteil für die eigene Unternehmung. Durch die drei Bestimmungsfaktoren, Anbieter, Nachfrager und Konkurrent und die Beziehung dieser zueinander (siehe Abbildung 2.3) entsteht letztlich auch ein Vorteil für den Kunden.⁴⁶

Gibt es zwischen Anbieter und Nachfrager eine Business-to-Business Handelsbeziehung, d.h. beide sind Organisationen und nicht Endverbraucher, so spricht man von Industriegütermarketing. Ein Industriegut ist demnach eine Leistung, erstellt von einer Organisation, mit welcher durch Kombination von Produktionsfaktoren eine neue Leistung erstellt

⁴⁵ Vgl. Backhaus (1997), S. 8

⁴⁶ Vgl. Backhaus (1997), S. 23

wird. Im Gegensatz dazu spricht man bei einer Business-to-Customer Handelsbeziehung, d.h. der Nachfrager ist Letztconsument, von Konsumgütermarketing.⁴⁷

2.3 Marketing-Management

Im Marketing-Management wird vom Austauschprozess ausgegangen. Es ist für eine Organisation wichtig diesen methodisch durchzuführen. Man muss sich überlegen welche Ressourcen wo beschafft werden, diese in nützliche Produkte umwandeln, welche dann wiederum auf den entsprechenden Märkten abgesetzt werden können. Betreiben zumindest 4 beteiligte Parteien diesen Austauschprozess methodisch, so kann von Marketing-Management gesprochen werden.⁴⁸

Wichtig für den Marketing-Manager ist es, für den jeweiligen Markt eine Zielvorstellung zu definieren, welche durch Anwendung einer entsprechender Strategie erreicht werden kann. Alle Unternehmungsaktivitäten sind dabei auf die definierten Ziele ausgerichtet. Im Marketing-Management wird immer der Kunde in den Mittelpunkt gestellt. Die Aufgabe ist die systematische Analyse, Planung und Durchführung von Programmen und das Treffen von Entscheidungen, um den Kunden entsprechend zufrieden zu stellen und somit die gesetzten Ziele zu erreichen. Um den Entscheidungsprozess durchführen zu können sind für den Marketing-Manager einige Hilfsmittel, wie Marktforschung, Planung, Durchführung und Steuerung essentiell.^{49 50}

Jung beschreibt fünf typische Merkmale, anhand welcher Marketing-Management beschrieben werden kann:⁵¹

- Durch Marketing-Management werden die Bedürfnisse des Kunden befriedigt. Es ist demnach nicht das Produkt sondern der Kunde und seine Wünsche in den Mittelpunkt aller Unternehmungsaktivitäten zu stellen.

47 Vgl. Backhaus (1997), S. 8

48 Vgl. Kotler (2001), S. 24 ff.

49 Vgl. Kotler (2001), S. 24 ff.

50 Vgl. Jung (2006), S. 552

51 Vgl. Jung (2001), S. 553

- Um das Verhalten der Kunden zu kennen ist eine umfassende Marktforschung grundlegend. Dabei ist nicht nur der Kunde, sondern auch alle anderen Marktteilnehmer, wie Konkurrenten zu analysieren.
- Alle unternehmerischen Aktivitäten, Ziele und Strategien werden vom Markt festgelegt und sind darauf hin auszurichten.
- Die Unternehmung teilt den Gesamtmarkt in Marktsegmente, welche bestimmte Kriterien erfüllen und bearbeitet werden sollen, auf.
- Die Organisation einer Unternehmung ist auf das Marketing-Konzept (marktgerichtete Aktivitäten) ausgerichtet.

2.4 Marktforschung

Die Grundlage des Marketing-Managements bildet die Kenntnis aller relevanten Informationen über den Markt. Dafür müssen unternehmensinterne Daten (z.B. personelle oder finanzielle Ressourcen) und Daten über das Umweltsystem einer Unternehmung (z.B. Entwicklung des Marktes, Käuferverhalten) erhoben werden. Die systematische, objektive und zielorientierte Recherche dieser Daten bildet eine Entscheidungsgrundlage für Marketingentscheidungen.^{52 53}

Die systematische Analyse und Weitergabe von Daten und Befunden, welche in bestimmten Marketingsituationen für eine Unternehmung von Interesse sind, wird als Marketingforschung bezeichnet. In der Marktforschung wird nur ein bestimmter Markt untersucht. Diese ist demnach nur eine Komponente der Marketingforschung. Ziel ist eine Verbesserung der Marketingentscheidungen durch Kenntniss der Reaktion aller Einflussfaktoren (Kunde, Wettbewerb usw.).^{54 55}

52 Vgl. Berekhoven/Eckert/Ellenrieder (2006), S. 34

53 Vgl. Kamez (2001), S. 2 f.

54 Vgl. Kuß/Eisend (2010), S. 4

55 Vgl. Kotler (2001) S. 198

2.4.1 Aufgaben der Marktforschung

In der Marktforschung geht es um die gegenwärtige Erforschung von Tatbeständen in den Märkten. Hierfür werden ausschließlich externe Daten (Berichte von öffentlichen Stellen, Wirtschaftspresse, Firmenveröffentlichungen usw.) erhoben. Die Definition der Marketingforschung umfasst gegenwärtige und zukünftige Marketingsituationen. Zur Gewinnung, Auswertung und Interpretation dieser werden interne Daten (Gewinn- und Verlustrechnung, Umsatzstatistik, Kundenkartei usw.), speziell im Absatzmarkt z.B. Vertriebsmöglichkeiten erhoben (siehe Abbildung 2.4).^{56 57}

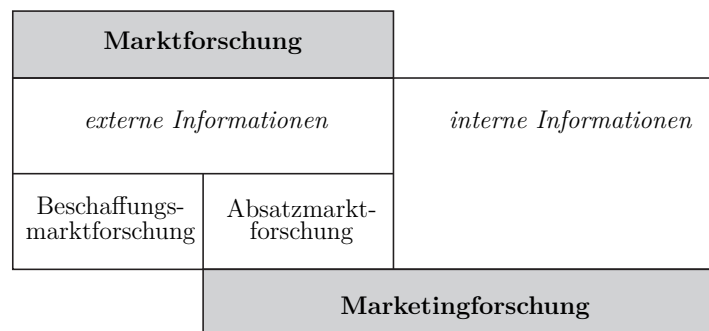


Abbildung 2.4: Abgrenzung zwischen Markt- und Marketingforschung
Quelle: Koch (2004), S. 12

In Abbildung 2.5 sind die Aufgaben der Marktforschung bzw. des Marketings und deren Zusammenhang dargestellt. Es ist ersichtlich, dass dem Marketing die Informationen aus der Marktforschung zugrundeliegen und dessen Ergebnisse durch die Marktforschung bewertet werden.⁵⁸

⁵⁶ Vgl. Bruhn (1997), S. 87 ff.

⁵⁷ Vgl. Koch (2004), S. 12

⁵⁸ Vgl. Kuß/Eisend (2010), S. 3

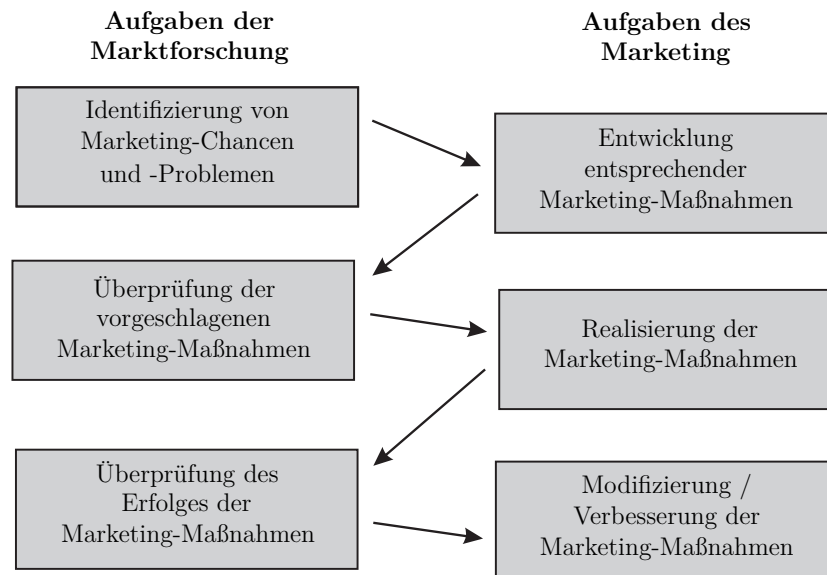


Abbildung 2.5: Zusammenhang von Marktforschung und Marketing
Quelle: Kuß/Eisend (2010), S. 3

Zusammengefasst können die Aufgaben einer Marktforschung durch die folgenden sieben Schlagworte beschrieben werden:^{59 60}

- *Informationsversorgung*
Beschaffung der relevanten Daten für die zu untersuchenden Märkte.
- *Unsicherheitsreduktion*
Präzisierung und Objektivierung bei der Entscheidungsfindung.
- *Planungssicherheit*
Durch bessere Informationen sollen Unsicherheiten in der Marketingplanung reduziert werden.
- *Frühwarnung*
Erkennen und Aufzeigen von Risiken in den entsprechenden Märkten.
- *Prognose*
Erkennen und Aufzeigen von Chancen und Trends in den entsprechenden Märkten.
- *Selektionsfunktion*
Auswahl von brauchbaren Daten aus dem gesamten Informationsangebot.

⁵⁹ Vgl. Koch (2004), S. 11 f.

⁶⁰ Vgl. Kamez (2001), S. 8

- *Informationsmanagement*
Sinnvolle Aufbereitung und Darstellung der relevanten Informationen.

2.4.2 Der Marktforschungsprozess

Um die Qualität der Entscheidungen für eine Unternehmung möglichst hoch zu halten ist ein systematisches Vorgehen in der Marktforschung unumgänglich. Dabei ist es wichtig, zu Beginn ein Problemverständnis zu entwickeln, d.h. eine Konkretisierung des Problems ist durchzuführen bevor mit der Datenerhebung begonnen wird. Je besser das Problem definiert ist, desto weniger Arbeit und in weiterer Folge Kosten sind für die nachgeschalteten Schritte der Marktforschung aufzuwenden. Abbildung 2.6 zeigt den systematischen Prozess der Marktforschung.^{61 62}

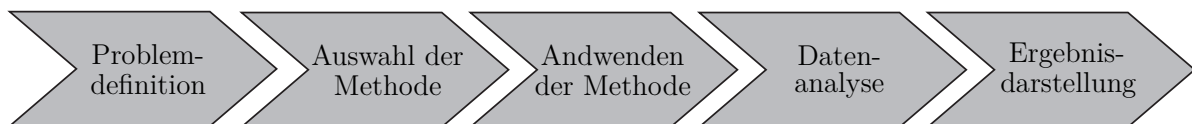


Abbildung 2.6: Der Marktforschungsprozess

Quellen: vgl. Kotler (2001), S. 203
vgl. Bruhn (1997), S. 94

Die einzelnen Phasen des Marktforschungsprozesses werden im Folgenden ausführlich beschrieben.

1. Phase: Problemdefinition

In dieser Phase ist von den beteiligten Personen das Problem genau zu konkretisieren. Je konkreter die Fragestellung, desto weniger unbrauchbare Daten werden in den nachfolgenden Phasen erhoben. Je nach Forschungsobjekt wird hier zwischen drei Typen unterschieden:⁶³

- *Explorative Forschung*
Die Datenerhebung erfolgt im Vorfeld einer möglichen Nachfolgeuntersuchung. Ziel

61 Vgl. Kotler (2001), S. 202 f.

62 Vgl. Bruhn (1997) S 93 ff.

63 Vgl. Kotler (2001), S. 204

ist es vorliegende Probleme besser zu verstehen und eventuell neue Ideen zu generieren.

- *Deskriptive Forschung*

Bei diesem Forschungstyp werden Gegebenheiten quantitativ erfasst und beschrieben.

- *Kausale Forschung*

Es wird die Wirkung auf die Einführung eines Sachverhaltes untersucht.

Nach der Definition aller Fragen werden diese strukturiert nach Themen gelistet. Ziel der 1. Phase des Marktforschungsprozesses ist es, die Problembereiche, welche Gegenstand der Marktforschung sind, kompakt darzustellen.⁶⁴

2. Phase: Auswahl der Methode

Die Auswahl der Methode ist ein Subprozess in der Marktforschung. Um eine effiziente Abwicklung der Marktforschung zu gewährleisten sind mehrere Detailentscheidungen zu treffen. In Abbildung 2.7 ist eine Übersicht über die Details mit möglichen Beispielen der Entscheidungen, welche im Folgenden näher beschrieben werden, gegeben.⁶⁵

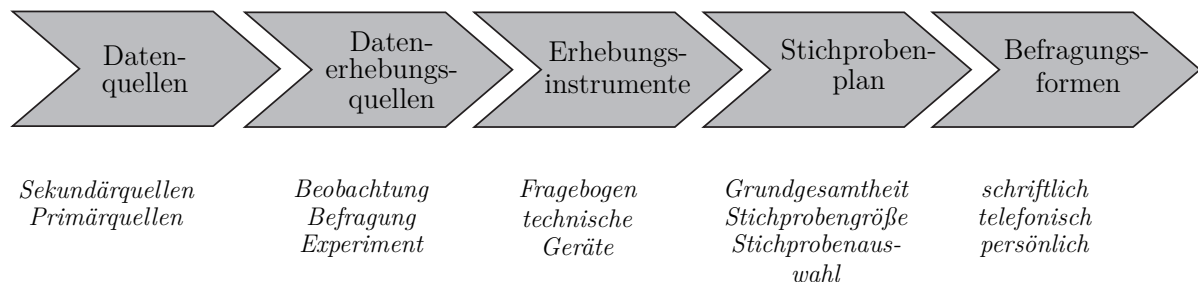


Abbildung 2.7: Detailentscheidung bei der Methodenauswahl

Quelle: vgl. Kotler (2001), S. 205

- *Datenquellen*

Im Normalfall werden zu Beginn einer Marktforschung *Sekundärdaten* erhoben. Diese wurden in der Regel für einen anderen Zweck zusammengestellt und sind einfach zu beschaffen. Der Vorteil der Sekundärdaten ist, dass sie relativ günstig

⁶⁴ Vgl. Bruhn (1997), S. 94

⁶⁵ Vgl. Kotler (2001), S. 204 ff.

und schnell zu beschaffen sind, außerdem sind sie zur Einarbeitung in die Materie ideal geeignet. Die Sekundärdatenermittlung (Desk research) kann sowohl interne (Gewinn- und Verlustrechnung, Umsatzstatistik, Kundenkartei, Lagerabgänge usw.) als auch externe Datenquellen (Berichte von öffentlichen Stellen, Wirtschaftspresse, Fachzeitschriften, Firmenveröffentlichungen usw.) betreffen. Seit der Verbreitung des World Wide Web gewinnen sogenannte neuere Datenquellen wie elektronische Datenbanken immer mehr an Bedeutung. Das Internet ist mittlerweile der größte Informationsspeicher den es weltweit gibt und zumeist auch die erste Anlaufstelle bei der Suche nach Informationen.^{66 67 68}

Primärdaten sind bei einer Informationen, die auf die Problemstellung abgestimmt sind.⁶⁹ Eine Primärdatenermittlung (field research) ist erforderlich um genau Aussagen über das Problem zu tätigen. Diese sind allerdings erheblich teurer als Sekundärdaten und werden durch Befragung, Beobachtung und Experimente ermittelt.⁷⁰

- *Datenerhebungsmethoden*

Je nachdem ob man sich für eine Primär- oder Sekundärrecherche entscheidet, stehen verschiedene Methoden der Datenerhebung zur Verfügung.⁷¹ Während bei der Beobachtung durch das Verhalten bzw. die Reaktion von Personen Rückschlüsse auf die Relevanten Informationen gezogen werden können, sind bei der Befragung (Interview) die Antworten relevant. Interviews können entweder persönlich, schriftlich oder telefonisch durchgeführt werden. Den wissenschaftlich höchsten Stellenwert bei der Datenermittlung haben Experimente. Hierbei werden durch Beobachtung oder Befragung der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung untersucht. Es ist darauf zu achten ist, dass bei der Durchführung eines Experimentes die Struktur und der Aufbau immer gleich sind um mögliche Störungseinflüsse gering zu halten. In Tabelle 2.1 sind verschiedene Beispiele für Experimente angeführt.⁷²

73

66 Vgl. Berekhoven/Eckert/Ellenrieder (2006), S. 42

67 Vgl. Bruhn (1997), S. 108

68 Vgl. Kotler (2001), S. 205 ff.

69 Vgl. Backhaus (1997), S. 305

70 Vgl. Kotler (2001), S. 205 ff.

71 Vgl. Kotler (2001), S. 208

72 Vgl. Kotler (2001), S. 208 ff.

73 Vgl. Bruhn (1997), S. 97 ff.

	Befragungs- experimente	Beobachtungs- experimente
Feld- experimente	Einstellungsforschung Panelforschung Mediaforschung	Storetest Lokaler Markttest Scanning
Labor- experimente	Computerbefragung Tiefinterviews Werbemitteltest	Anzeigetest Produkt-handhabungstests Schnellgreifbühne

Tabelle 2.1: Beispiele für verschiedene Experimente
Quelle: Bruhn (1997), S. 102

- *Erhebungsinstrumente*

Primärdaten werden entweder durch das Instrument des Fragebogens oder mit Hilfe von technischen Geräten ermittelt. Der Fragebogen ist hierbei das am häufigsten angewandte Instrument. Wichtig ist, dass er systematisch erarbeitet, umfangreich getestet und frei von Fehlern ist. Dabei ist auf die Formulierung der Fragen zu achten, da diese die Antworten wesentlich beeinflusst. Technische Geräte, wie z.B. ein Galvanometer (misst die bioelektrischen Vorgänge und gibt Aufschluss über das Interesse bzw. der Gefühlsregung) werden sehr selten zur Gewinnung von Daten eingesetzt.⁷⁴

- *Stichprobenplan*

Im Stichprobenplan wird in der Grundgesamtheit der Elemente, welche meist nur abschätzbar ist, entschieden, welche Zielgruppe in die Stichprobe mit einbezogen werden kann. Darüber hinaus ist die Größe der Stichprobe zu definieren, d.h. es ist zu klären wie viele Personen in die Untersuchung einbezogen werden. Diese Entscheidung hat wesentlichen Einfluss auf das Ergebniss der Untersuchung (große Stichproben liefern bessere Ergebnisse als kleine). Im Stichproben-Auswahlverfahren wird die Art der Stichprobe festgelegt. Dabei ist zwischen wahr-scheinlichkeitsgestreuten und nich-wahrscheinlichkeitsgestreuten Methoden unter-schieden. Wobei es bei der teureren und aufwändigeren, wahrscheinlichkeit-gestreuten Methode auch möglich ist, den Stichprobenfehler zu ermitteln.⁷⁵

⁷⁴ Vgl. Kotler (2001), S. 213 f.

⁷⁵ Vgl. Kotler (2001), S. 215

- *Befragungsformen*

Die *schriftliche Befragung* ist relativ kostengünstig, da umfangreiche Feldorganisationen nicht erforderlich sind. Sie wird entweder per Postweg oder immer häufiger per Email durchgeführt. Der Nachteil solcher Interviews ist allerdings die erfahrungsgemäß geringe Rücklaufquote der Fragebögen. Die *telefonische Befragung* ist ebenfalls eine sehr günstige und einfach durchzuführende Methode für eine schnelle Informationsgewinnung. Ein weiterer Vorteil des Telefoninterviews ist die deutlich höhere Antwortquote. Es ist hierbei allerdings der Umfang des Fragebogens aufgrund der Befragungssituation beschränkt. Außerdem muss ein Vertrauensverhältnis der Interviewpartner bestehen um die Thematik nicht einzuschränken und ehrliche Antworten zu erhalten. Die *persönliche Befragung* zeichnet sich durch eine hohe Erfolgsquote aus. Es fließen subjektive Verhaltensweisen, wie z.B. Körpersprache des Probanden mit ein. Außerdem ergibt sich die Möglichkeit bei eventuellen Unklarheiten die Fragestellung zu erklären oder Zusatzfragen zu stellen. Als größter Nachteil ist der relativ hohe Aufwand und die damit verbundenen Kosten eines persönlichen Interviews zu nennen. Außerdem muss erwähnt werden, dass bei der telefonischen und persönlichen Befragung der Interviewer das Ergebnis beeinflussen kann.^{76 77}

3. Phase: Anwenden der Methode

Nachdem das Problem bekannt und eine Methode ausgewählt worden ist, geht es in dieser Phase um die eigentliche Durchführung der Datenerhebung. Die größte Problematik ist hierbei die Durchführung von persönlichen Befragungen. Diese verursachen besonders hohe Kosten und Fehler, wenn z.B. Probanden nicht zu Hause sind, diese die Auskunft verweigern oder falsche Angaben machen.⁷⁸

4. Phase: Datenanalyse

Im Anschluss an die Datenerfassung liegt eine Vielzahl an Information in Form von Fragebögen, gespeicherter Zahlen usw. vor. In der Datenanalyse geht es darum, aus der Gesamtheit die relevanten Daten zu filtern und entsprechend aufzubereiten. Heutzutage

⁷⁶ Vgl. Kotler (2001), S. 216 f.

⁷⁷ Vgl. Bruhn (1997), S. 96 f.

⁷⁸ Vgl. Kotler (2001), S. 221 f.

werden hierfür entsprechende Softwarepakete angewendet, da eine manuelle Auswertung der Daten sehr zeitaufwändig und kostenintensiv ist. Diese wird nur bei nicht-standardisierten Befragungen und kleinen Stichproben angewendet. Nach der Datenaufbereitung ist es wichtig diese zu interpretieren. Die Ergebnisse sind auf ihre Plausibilität, z.B. durch Vergleich mit anderen Untersuchungen zu prüfen. Des Weiteren sind Einzelergebnisse herauszuarbeiten und nach ihrer Priorität zu ordnen.^{79 80}

5. Phase: Ergebnisdarstellung

Als Abschluss der Marktforschung sind alle wesentlichen Ergebnisse in einem Untersuchungsbericht schriftlich darzustellen. Dieser dient als Entscheidungsgrundlage für das Management. Der Umfang sollte dabei so kurz wie möglich, klar und übersichtlich sein. Er soll sich auf die Erkenntnisse beschränken, die für die entsprechenden Entscheidungen relevant sind. Abschließend ist in einem guten Bericht, basierend auf den Ergebnissen der Untersuchung, eine Handlungsempfehlung bzw. ein strategischer Ausblick für kurz- und langfristige Entscheidungen anzugeben.^{81 82}

2.5 Merkmale guter Marktforschung

Eines der wesentlichsten Merkmale einer guten Marktforschung ist ein wissenschaftliche Vorgehensweise bei der Durchführung des Marktforschungsprozesses. Dabei ist es erforderlich durch kreative Ansätze neue Lösungen für Probleme zu finden. Wie in 2.4.2 erwähnt verlässt sich ein guter Marktforscher nicht nur auf eine Quelle. Vielmehr ist er flexibel im Forschungsansatz und prüft ob er bessere und zuverlässigere Daten aus alternativen Informationsquellen finden kann. Des Weiteren vergleicht er den Aufwand den er betreiben muss um an Information zu gelangen mit dem Nutzen die er daraus erhält ab. Dieses Kosten-Nutzen-Verhältnis ist entscheidend für die Durchführung von Marktforschungsprojekten. Zur Vermeidung wesentlicher Fehlentscheidungen steht der kompetente Marktforscher Verallgemeinerungen skeptisch gegenüber. Meinungen werden von ihm kritisch hinterfragt und auf Stichhaltigkeit geprüft. Marktforschung kann auch

79 Vgl. Kotler (2001), S. 224

80 Vgl. Berekhoven/Eckert/Ellenrieder (2006), S. 235 ff.

81 Vgl. Kotler (2001), S. 224 f.

82 Vgl. Berekhoven/Eckert/Ellenrieder, (2006), S. 239 f.

zum Schaden vom Kunden missbraucht werden. Deshalb zeichnen sich gute Marktforschungsprojekte durch die Beachtung ethischer Fragen aus.⁸³

2.6 Überleitung

Um die in 1.3 geforderten Ziele dieser Arbeit zu erfüllen, sind Recherchen im Bezug auf die Folienherstellung, sowie den potentiellen Märkten erforderlich. Für die zukünftige strategische Ausrichtung von BST ist es notwendig, die dafür relevanten Informationen aufzubereiten und darzustellen. Dies wird im folgenden Praxisteil durch Anwendung der in 2.4 besprochenen Marktforschung durchgeführt. Dabei werden die einzelnen Phasen des Marktforschungsprozesses (siehe 2.4.2) durchlaufen. Das Problem wurde dabei zu Beginn der Arbeit in Absprache mit BST definiert und aufbauend darauf die in 1.3 zu erfüllende Aufgabe definiert. Es soll eine deskriptive Forschung durchgeführt werden, um die Gegebenheiten quantitativ darzustellen. Hierfür werden entweder Sekundärdaten durch Internetrecherchen oder Primärdaten in Form von persönlichen und telefonischen Interviews erhoben. Die relevanten Daten werden gefiltert, zusammengefasst und graphisch dargestellt. Aufbauend darauf wird nach Anwendung einer Analyse eine Handlungsempfehlung für die kurzfristige und langfristige, strategische Ausrichtung der Unternehmung gegeben.

Wo es möglich ist werden die recherchierten Zahlen immer auf ihre Zuverlässigkeit geprüft, d.h. es wird nach alternativen Datenquellen gesucht um diese zu vergleichen. Stimmen die Informationen überein, so wird davon ausgegangen, dass diese auch richtig sind.

83 Vgl. Kotler (2001), S. 225 f.

3 Praktischer Teil

Im praktischen Teil der Arbeit werden die vorher besprochenen Grundlagen anhand einer praktischen Problemstellung in der Firma "*Bionic Surface Technologies*" umgesetzt.

3.1 Einleitung

Es wird zum Einen der Prozess der Herstellung mikrostrukturierter Folien untersucht und aufbauend darauf alternative Herstellungsmethoden analysiert. Diese werden abschließend mit dem Ausgangsprozess hinsichtlich Qualität und Wirtschaftlichkeit verglichen. Zum Thema der großflächigen Mikro- bzw. Nanostrukturierung gibt es aktuell noch auf sehr wenige Veröffentlichungen. Deshalb wurde in dieser Arbeit auch sehr viel mit Experteninterviews gearbeitet (siehe 2.4.2).

Zum Anderen werden Märkte analysiert, für die der Einsatz von mikrostrukturierter Folie interessant ist. Es wird für jeden Markt nach detaillierter Recherche das Marktvolumen bestimmt. Außerdem werden Markteintrittsbarrieren und technische Herausforderungen, welche zu überwinden sind, für jedes Segment aufgezeigt.

3.2 Aufbau

In Abb. 3.1 bzw. 3.2 ist die Art und Weise, wie beim praktischen Teils der Arbeit vorgegangen wurde skizziert.

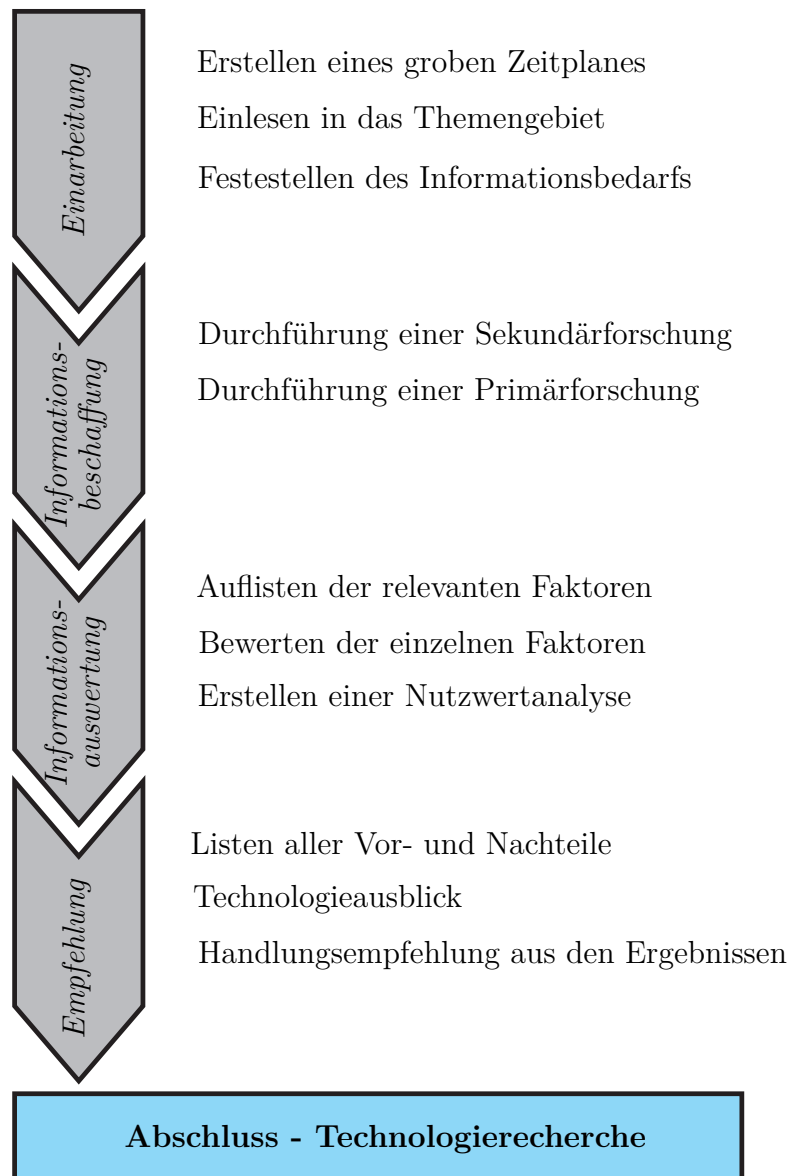


Abbildung 3.1: Aufbau der Technologierecherche
Quelle: eigene Darstellung

In der Einarbeitungsphase ging es darum sich in das Thema mikrostrukturierte Oberflächen einzulesen. Dabei konnte geklärt werden, welche Informationen für BST überhaupt

relevant sind und es wurde ein grober Zeitplan für das Projekt erstellt.

Darauf aufbauend wurden, nach einer ersten Internetrecherche, die interessanten Informationen im Zuge von Interviews, für das aktuelle und für sechs alternative Herstellungsverfahren erhoben. Die relevanten Faktoren konnten für jedes Herstellungsverfahren gelistet werden. In einer Nutzwertanalyse wurden alle Faktoren für jedes Herstellungsverfahren gewertet um so die Technologie mit dem größten Nutzwert zu ermitteln.

Abschließend wurden in der Technologierecherche alle Vor- und Nachteile für jede Technologie gelistet. Aus den Interviews konnte ein Ausblick und eine Handlungsempfehlung für jedes Herstellungsverfahren gegeben werden.

Aus der Technologierecherche war nun ersichtlich, welche Strukturen (in Bezug auf die Abmaße) man herstellen kann. Für die Marktrecherche (siehe Abbildung 3.2) wurden Anwendungen gesucht, für welche der Einsatz von mikrostrukturierter Folie überhaupt interessant ist. Zu Beginn wurde der Gesamtmarkt dafür in seine einzelnen Marktsegmente aufgeteilt.

Für jedes Marktsegment konnten nun wieder die relevanten Daten erhoben werden, wobei diese hauptsächlich durch Internetrecherche gefunden wurden. Es wurde die Entwicklung jedes Teilmarktes dargestellt und die Markteintrittsbarrieren sowie die technologischen Anforderungen geklärt. Für jedes Marktsegment wurden aus den recherchierten Zahlen die Marktvolumina bestimmt.

Aus einer strategischen Portfolioanalyse konnte abschließend für BST eine kurz- und langfristige Handlungsempfehlung für jeden Teilmarkt abgegeben werden.



Abbildung 3.2: Aufbau der Marktrecherche
Quelle: eigene Darstellung

4 Technologierechere

Im ersten Teil der praktischen Arbeit wird erst die Technologie besprochen mit welcher die mikrostrukturierte Folie aktuell hergestellt wird. Anschließend werden alternative Herstellungsverfahren erklärt, dabei werden Vor- und Nachteile im Bezug auf Qualität und die Kosten aufgezeigt.

4.1 Aktuelles Verfahren

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, besteht das aktuelle Verfahren zur Herstellung mikrostrukturierter Folien aus drei Teilschritten (Abb. 4.1). Jeder Prozessschritt wird von einer anderen Firma bearbeitet. Die Informationen dazu wurden im Zuge einer Befragung (siehe 2.4.2) mit jeder Firma erhoben und sind im Folgenden aufbereitet dargestellt.

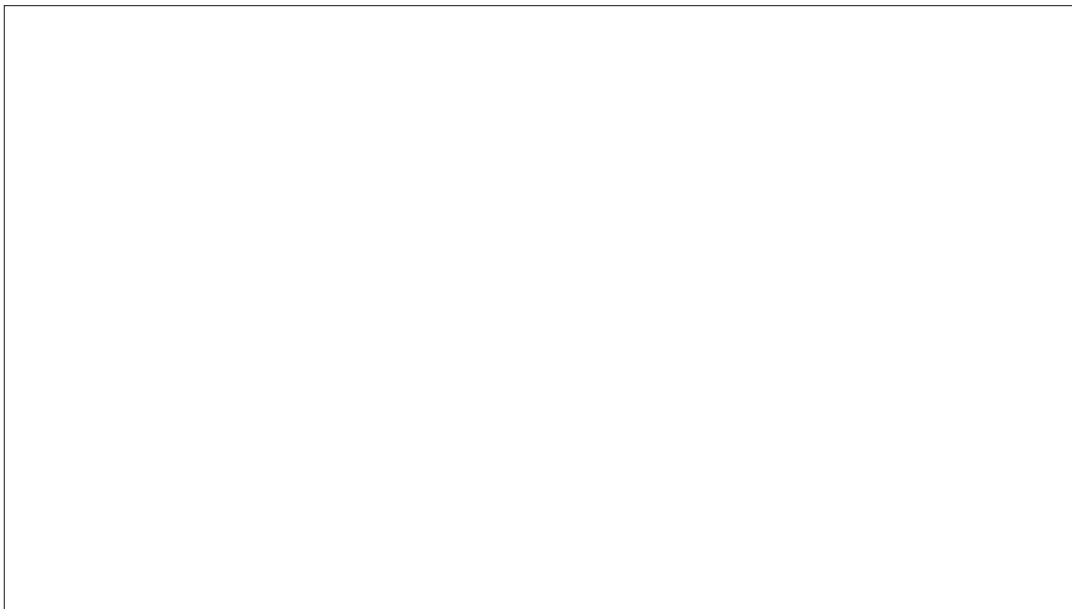


Abbildung 4.1: Prozesskette

Quelle: [REDACTED]

4.1.1 Erzeugen der Masterstruktur

Die Erzeugung der Masterstruktur steht ganz am Beginn der Prozesskette und wird von [REDACTED] durchgeführt. Dabei geht es darum die gewünschte Mikrostruktur zu erstellen. Es gibt zur Zeit einige Methoden um solche Strukturmaster zu fertigen. Je nach Anwendungen und Größenordnung werden dabei hauptsächlich lithographische Verfahren wie Elektronenstrahlolithographie (EBEAM), Laser- und Interferenzlithographie eingesetzt. Da sich EBEAM [REDACTED], nicht herstellen lassen, wird hier nur auf das Verfahren der Interferenzlithographie näher eingegangen.⁸⁴

Interferenzlithographie

Bei der Interferenzlithographie wird ein mit Photoresist überzogenes Glassubstrat mit Laser bearbeitet.⁸⁵ Abbildung 4.2 zeigt den prinzipiellen Aufbau dieses Verfahrens. Ein Argonlaserstrahl wird dabei geteilt und umgelenkt. Die Strahlen werden anschließend durch zwei Linsen aufgeweitet.⁸⁶

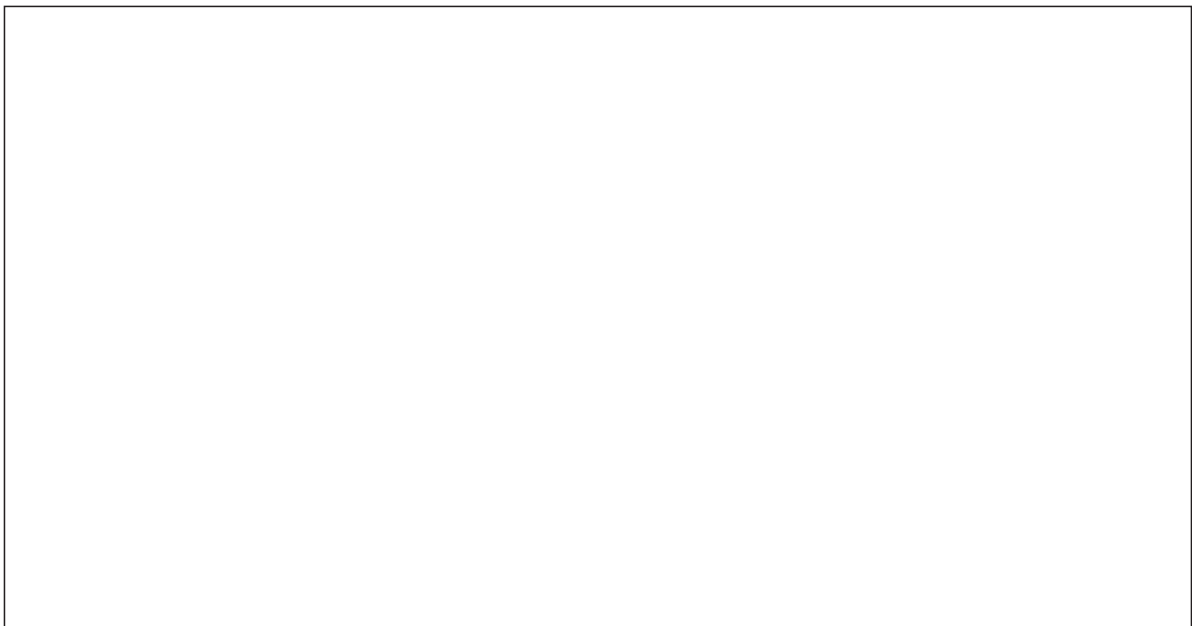


Abbildung 4.2: Prinzip des interferenzlithographischen Aufbaus
Quelle: Mick (2005), S. 11

⁸⁴ Interview mit Dr. Oliver Humbach, am 26.1.2010

⁸⁵ Vgl. Mick u.a. (2005), S. 3

⁸⁶ Vgl. Mick (2005), S. 11 ff.

Durch die Überlappung der Laserstrahlen entsteht ein Hell-Dunkel-Interferenzmuster, mit welchem der Photoresist belichtet wird. Durch dieses Interferenzmuster können periodische Strukturen hergestellt werden. Zu beachten ist hierbei, dass dieser Prozess sehr empfindlich gegenüber äußeren Einflüssen (z.B. Temperaturschwankungen) ist.^{87 88}

Die Höhe der Mikrostrukturen wird [REDACTED] bestimmt. Je größer die Struktur, desto [REDACTED] sein. Dies ist auch der Grund dafür, dass momentan Strukturen mit maximal [REDACTED] Strukturhöhe beschränkt sind.⁸⁹

4.1.2 Strukturabformung

Von dieser Masterstruktur wird nun von der [REDACTED] Abformungen, sogenannte Ni - Shims erzeugt. Technisch werden in einem ersten Schritt Metallatome auf den Master aufgedampft. Dieser Prozess wird als Sputtern bezeichnet. Anschließend wird die Struktur galvanisch abgeformt. Beim Abformen werden Nickelionen (Ni eignet sich für diesen Prozess am Besten) abgeschieden und es können Shims bis zu [REDACTED] Dicke erzeugt werden.⁹⁰

4.1.3 Replikation

Der Schritt zur eigentlichen Folie, die Replikation, wird von [REDACTED] übernommen. Vor der Replikation der Struktur muss eine Prägewalze hergestellt werden. Dafür werden drei Nickelshims höchstpräzise aneinandergeschweißt. Diese Shims werden dann [REDACTED].

Die Folie an sich wird nun mit dem nachfolgend näher beschriebenen UV Embossing - Verfahren hergestellt.⁹¹

87 Interview mit Dr. Jörg Mick, am 27.1.2010

88 Vgl. Mick (2005), S. 11 ff.

89 Interview mit Dr. Jörg Mick, am 27.1.2010

90 Interview mit Dr. Oliver Humbach, am 26.1.2010

91 Interview mit Rene Wilde, am 13.1.2010

UV Embossing - Konzept

Beim UV - Prägen ist die Trägerfolie, auf einer Rolle aufgewickelt. Auf die abgewickelte Trägerfolie wird zuerst auf einer Seite der Kleber aufgetragen. Vor der Prägewalze wird anschließend ein flüssiger Lack aufgetragen. Wie in Abbildung 4.3 zu erkennen ist, wird die Struktur in den flüssigen Lack geprägt und sofort, mittel UV - Licht ausgehärtet.⁹²

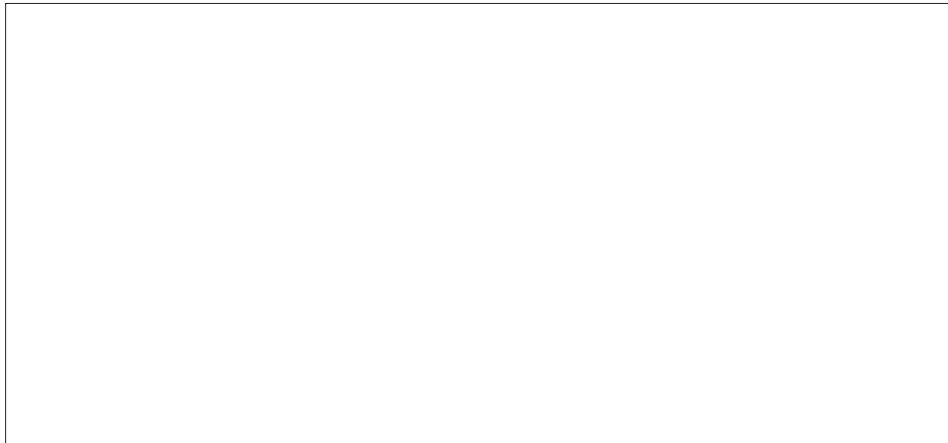


Abbildung 4.3: UV Embossing Konzept

Quelle: [REDACTED]

Anschließend wird auf die Seite mit dem Kleber eine Schutzfolie geklebt und die fertige Folie wird aufgewickelt.

Qualität und Kosten

Für die Qualitätskriterien - Spitzenradius und Flankenwinkel ist dieses Verfahren sehr gut geeignet. Momentan beträgt der Spitzenradius der Masterstruktur [REDACTED] bei einem Flankenwinkel von knapp unter [REDACTED]. Es ist zur Zeit technisch nicht möglich diese zwei Faktoren exakter herzustellen. Als Problematisch ist hier, die durch die Schweißnaht entstehende Fehlerstelle (Abbildung 4.4) zu sehen.⁹³

⁹² Interview mit Rene Wilde, am 13.1.2010

⁹³ Interview mit Dr. Jörg Mick, am 27.1.2010

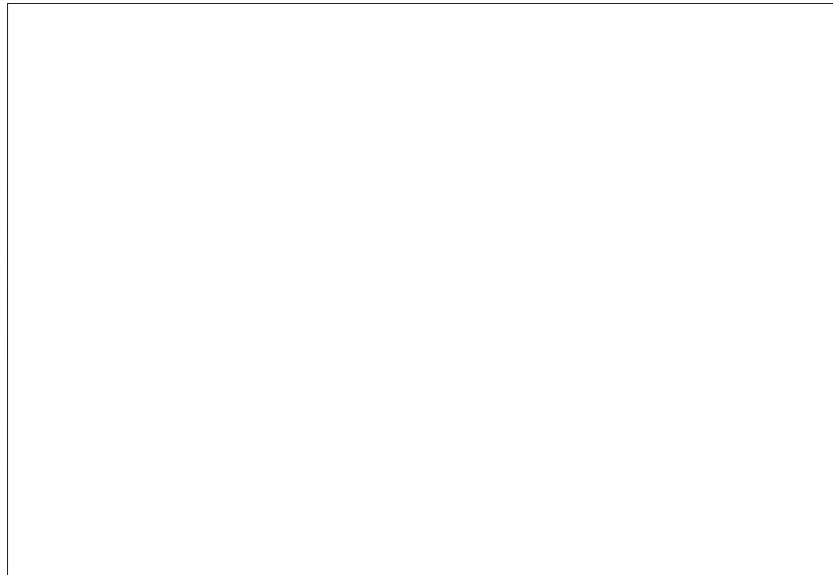


Abbildung 4.4: Rasterelektronenmikroskopaufnahme der Schweißnaht
Quelle: [REDACTED]

Durch den Master werden Kosten in Höhe von rund [REDACTED] verursacht. Die Kosten für die drei benötigten Abformungen betragen inkl. Schweißen ca. [REDACTED]. Was wiederum den Vorteil mit sich bringt, dass die Strukturwalze bei Verschleiß oder Beschädigung sehr einfach und relativ kostengünstig ersetzt werden kann.⁹⁴

Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass beim Mastering der Mikrostruktur eine Nanostruktur überlagert werden kann. So können einfache Sicherheitsmerkmale, Hologramme oder Firmenlogos auf die Folie aufgebracht werden, ohne den Effekt der Reibungsverminderung wesentlich zu beeinflussen. Dieses Verfahren ist bereits relativ gut erforscht und wird von [REDACTED] bereits bei anderen Anwendungen eingesetzt.⁹⁵

94 Interview mit Volkmar Boerner, am 27.1.2010

95 Interview mit Dr. Jörg Mick, am 27.1.2010

4.2 Alternative Technologien

Mit den nachfolgend vorgestellten Verfahren ist es möglich Oberflächenstrukturen im Mikrometerbereich zu erzeugen. In Abb. 4.5 ist ausgehend von der idealen, ersichtlich welche Strukturen nach derzeitigen Stand der Technik herstellbar sind.

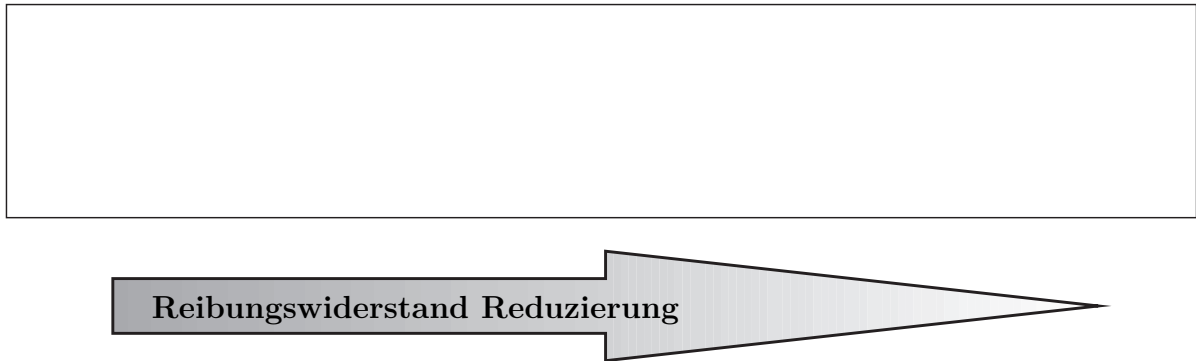


Abbildung 4.5: Strukturabstufung
Quelle: eigene Darstellung

Um das Problem der Fehlstelle zu vermeiden wird mit den im Folgenden vorgestellten Herstellungsverfahren versucht die Struktur direkt auf einer Walze zu fertigen, was bedeutet das die Teilschritte des *Erzeugen der Masterstruktur* und *Herstellen des Prä-gewerkzeuges* wegfallen.

4.2.1 Mikrozerspanung

Forschung im Bereich der Mikrozerspanung wird derzeit hauptsächlich am [REDACTED] [REDACTED] und am [REDACTED] [REDACTED] betrieben.⁹⁶

Praktisch wird dies von der Firma [REDACTED] angewandt.⁹⁷

Technik

Die Mikrozerspanung ähnelt sehr dem bekannten Dreh- bzw. Fräsverfahren. Hier wird in erster Linie mit Diamantwerkzeugen gearbeitet, durch welche hochgenaue Strukturen

⁹⁶ Vgl. Pretschuh (2009), S. 4

⁹⁷ [REDACTED] (3.2.2010)

im Mikrobereich hergestellt werden können.

Qualität und Kosten

Mit diesem Verfahren ist es möglich Strukturen mit einer Auflösung von bis zu [REDACTED] zu erzeugen.⁹⁸ Eingesetzt werden hierbei hauptsächlich Materialien wie Nickel - Phosphorlegierungen. Da mit diesen die besten Ergebnisse im Bezug auf Genauigkeit erzielt werden. Gemäß den Aussagen von [REDACTED] ist es möglich bei einem Öffnungswinkel von [REDACTED] einen Spitzenradius von [REDACTED] zu fertigen (siehe Abbildung 4.6).⁹⁹

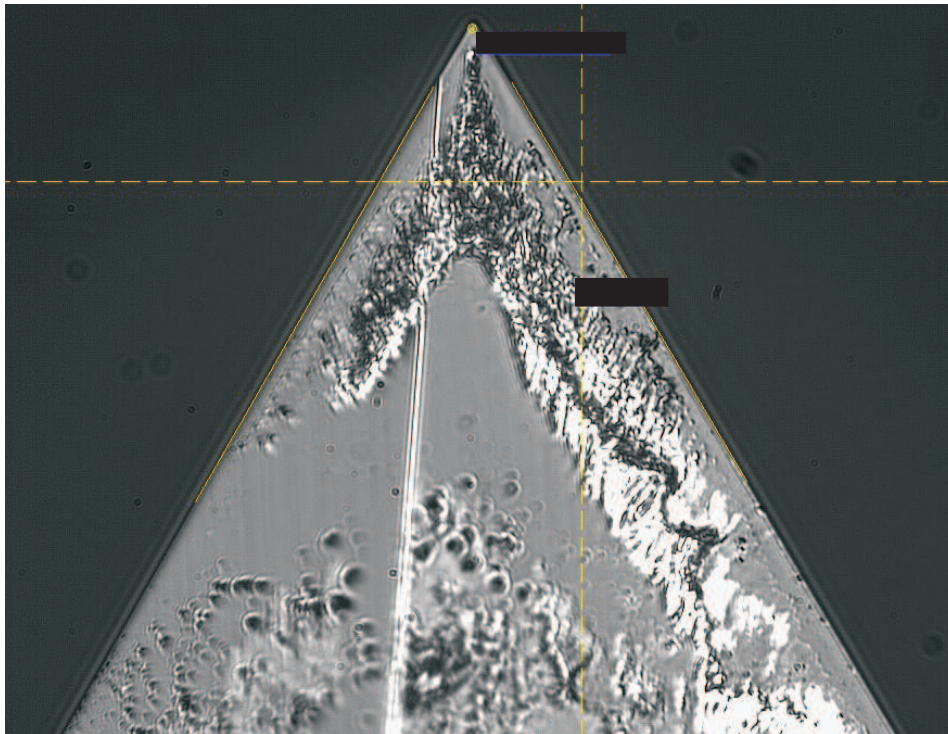


Abbildung 4.6: Spitzenradius bei [REDACTED] Öffnungswinkel
Quelle: [REDACTED]

Die Kosten für eine [REDACTED] breite "Rohwalze" (ohne Struktur) würden sich lt. Aussage der Firma Saueresseig auf rund [REDACTED] belaufen.¹⁰⁰ Für die Fertigung der Mikrostrukturen werden gemäß Angebot von [REDACTED] einmalig für den Bau einer Vorrichtung,

⁹⁸ Vgl. Pretschuh (2009), S.4

⁹⁹ Interview mit Matthias Mann, am 15.1.2010

¹⁰⁰ Interview mit Dr. Jenke, am 7.1.2010

■ einmalige für das Werkzeug und für die Bearbeitung ■ je Walze berechnet.

Dieses Verfahren stellt eine echte Alternative zu dem aktuellen dar.¹⁰¹ Mit einem Spitzenradius von ■ können zwar nicht so spitze Strukturen wie die aktuellen erzeugt werden, allerdings fällt hier das Problem der unterbrochenen Struktur (Schweißnaht) komplett weg. Außerdem liegen die Kosten der Walze weit unter denen, die für die Erstellung der Masterstruktur anfallen.

Gemäß ■ muss aber bei diesem Verfahren auch sehr genau hinterfragt werden, ob es auch wirklich möglich ist Mikrostrukturen mit der geforderten Genauigkeit herzustellen, da einige unkalkulierbare Parameter den Prozess wesentlich beeinflussen können (z.B. Inhomogenitäten im Diamantwerkzeug, Umgebungseinflüsse beim Bearbeiten). Des Weiteren muss mit höheren Folgekosten im Hinblick auf Verschleiß oder Beschädigung bei Transport gerechnet werden, da immer die Komplette Walze zu fertigen ist.¹⁰²

101Interview mit Dr. Oliver Humbach, am 26.1.2010

102Interview mit Dr. Jörg Mick, am 27.1.2010

4.2.2 MicroWind - Prozess

Das MicroWind-Verfahren wurde vom [REDACTED] an der [REDACTED] entwickelt.

Technik

Beim MicroWind-Verfahren wird ein Rohzylinder mit einem Draht umwickelt. Die Strukturabmessungen sind vom Durchmesser des Drahtes vorgegeben (Ribletbreite entspricht dem Drahtdurchmesser, Riblethöhe dem halben Drahtdurchmesser). Durch die Form des Drahtes ist es möglich sogenannte semi-circular Profile (siehe Abb. 4.5) zu erzeugen.

Qualität und Kosten

Eines der wichtigsten Qualitätskriterien ist der Spitzenradius. Bei diesem Verfahren ergibt sich lt. [REDACTED] eine Abflachung der der Spitzen (Abb. 4.7). Die durch diese Strukturen erreichbare Reibungsverminderung liegt deutlich unter dem von BST geforderten Wert.¹⁰³

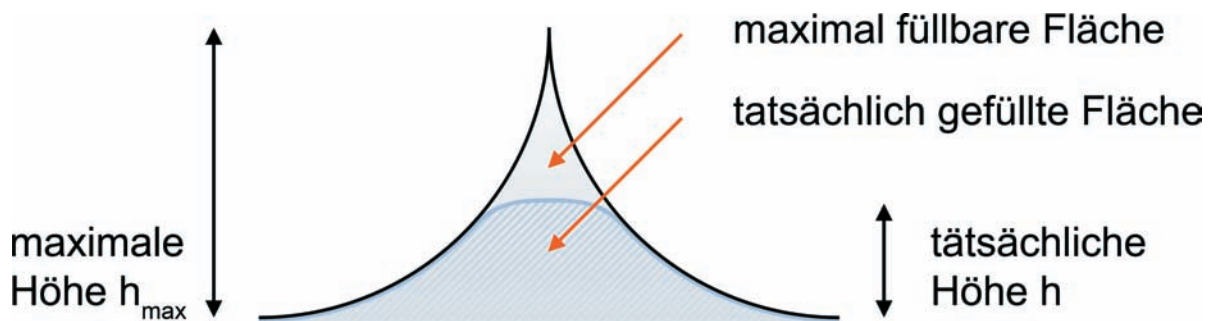


Abbildung 4.7: Abflachung der Spitze

Quelle: [REDACTED]

Am [REDACTED] werden zu Forschungszwecken regelmäßig solche Walzen gefertigt. Der große Vorteil dieses Verfahrens liegt in den Kosten, welche sich auf [REDACTED] für eine Prägewalze belaufen.¹⁰⁴

¹⁰³Interview mit [REDACTED], am 14.1.2010

¹⁰⁴Interview mit [REDACTED], am 14.1.2010

Dieses Verfahren ist zwar kostenmäßig eine sehr günstige Alternative, die Qualitätskriterien der herstellbaren Semicircuit-Strukturen sind aber bei weitem nicht mit den Dreieckstrukturen vergleichbar. Wie in Abb.4.5 zu erkennen, liegt die Dreieckstruktur wesentlich näher an der Idealstruktur als die Semicircuit-Struktur.

Ein weiteres Problem beim MicroWind - Prozess ist, dass der für die Effektivität der Riblets erforderliche Spitzenradius nicht herstellbar ist (Abb. 4.7).¹⁰⁵

4.2.3 Elektrochemische Mikrobearbeitung

Beim Elektrochemischen Fräsen (ECF - Technologie) können feinste Strukturen in verschiedenste Materialien gefräst werden. Der Abtrag erfolgt dabei elektrochemisch. Mit diesem Verfahren ist es möglich, berührungslos und kräftefrei präzise Oberflächen gratfrei zu erzeugen.¹⁰⁶

Technik

Das Verfahren ist eine Kombination aus konventionellen Fräsverfahren und einer Weiterentwicklung von funkenerosiven Fertigungstechnologien. Man ist derzeit nur auf ebene Flächen beschränkt. Bedingt durch den elektrochemischen Abtrag müssen bei diesem Verfahren sehr lange Bearbeitungszeiten des Werkstücks in Kauf genommen werden (ählich dem Senkerodieren).¹⁰⁷

Qualität und Kosten

Die ECF-Technologie ermöglicht eine Fertigung von Strukturen im Bereich von [REDACTED]. Die Auflösung für den Spitzenradius der Struktur wird mit [REDACTED] angegeben.¹⁰⁸

Über die Kosten dieses Verfahrens kann keine allgemein gültige Aussage gemacht werden. Vielmehr ist dies, wie bei allen anderen Techniken der Mikrostrukturierung, abhängig von der Problemstellung. Gemäß der Aussage von [REDACTED] betragen die

¹⁰⁵Interview mit [REDACTED], am 14.1.2010

¹⁰⁶Vgl. [REDACTED] (1.2.2010)

¹⁰⁷Vgl. Pretschuh (2009), S. 6

¹⁰⁸Vgl. Pretschuh (2009), S. 5

Kosten für die Fertigung von kleinen Löchern [REDACTED]. Für Strukturen auf größeren Flächen würden diese [REDACTED] betragen.¹⁰⁹

Die durch elektrochemische Mikrobearbeitung herstellbaren Strukturen erreichen nicht die Genauigkeit der mittels Interferenzlithographie gefertigten. Des Weiteren ist dieses Verfahren auch Kostenmäßig uninteressant und durch die Einschränkung auf ebene Flächen ergibt sich auch hier das Problem der Fehlstelle (Schweißnaht) auf der Prägewalze. Außerdem ist man hierbei momentan technologisch bedingt auf maximale Flächen von [REDACTED] beschränkt.¹¹⁰

4.2.4 Lasertechnik

Mit Lasertechnologien ist es möglich durch Materialabtrag Mikrostrukturen zu erzeugen. Dabei kommen für die jeweilige Auflösung, je nach Material unterschiedliche Lasertechniken zum Einsatz.

Technik

Wie bereits erwähnt wird anders als bei lithographischen Verfahren, beim Laser mit Materialabtrag gearbeitet. Die Energie des Laserstrahls wird gebündelt und vollständig in Wärme umgewandelt. Durch die konzentrierte Einbringung der Wärme wird das Material geschmolzen und so abgetragen.¹¹¹

Qualität und Kosten

Gemäß Aussagen [REDACTED] werden mit Lasertechnik in der Mikrobearbeitung üblicherweise Strukturauflösungen von bis zu [REDACTED] hergestellt. Diese können ohne weiteres bis in den [REDACTED] gefertigt werden. Spitzenradien von [REDACTED] werden derzeit erzeugt. In Zukunft ist man im [REDACTED] bestrebt diesen Wert auf [REDACTED] zu verbessern.¹¹²

¹⁰⁹Vgl. Pretschuh (2009), S. 6

¹¹⁰Interview mit Dr. Jörg Mick, am 27.1.2010

¹¹¹Vgl. Claus, S.39 f.

¹¹²Pretschuh (2009), S. 7

Bezüglich der Kosten kann auch hier keine genaue Aussage getroffen werden. Das LZH verrechnet für eine Machbarkeitsstudie [REDACTED]. Mit mindestens 5 Arbeitstagen muss gerechnet werden.¹¹³

Durch die Einbringung von Wärme und den dadurch hervorgerufenen Materialabtrag kann mit diesem Verfahren kein sauberer Spitzenradius gefertigt werden. Wie in Abb. 4.8 zu erkennen wird die Spitze abgeflacht, bzw. es ergibt sich kein kontinuierlicher Verlauf der Strukturspitze.¹¹⁴

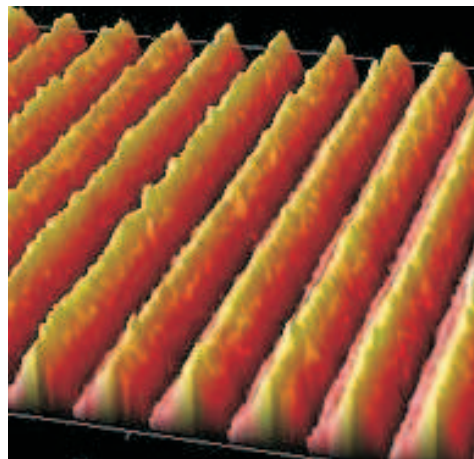


Abbildung 4.8: Laserstrukturen

Quelle: [REDACTED]

Des Weiteren ist bei diesem Verfahren mit erheblichen Bearbeitungszeiten zu rechnen, was sich in den Kosten niederschlägt. Es kann zwar eine Walze direkt strukturiert werden, damit ergibt sich allerdings wieder das Problem, das bei Verschleiß oder Beschädigung wieder die komplette Walze getauscht werden muss.¹¹⁵

¹¹³Pretschuh (2009), S. 7

¹¹⁴Interview mit Dr. Jörg Mick, am 27.1.2010

¹¹⁵Vgl. Pretschuh (2009), S. 7

4.2.5 Festklopfverfahren

Beim Festklopfverfahren wird mit einer Hartmetallkugel als Klopfwerkzeug gearbeitet. Dieses führt eine oszillierende Bewegung mit einer Frequenz von bis zu 500Hz aus.¹¹⁶

Technik

Ziel dieses Verfahrens ist es, Oberflächen so zu bearbeiten, dass ein Feinschliffen und nachträgliches Polieren nicht mehr nötig ist. Je nach Kugeldurchmesser, Schlagkraft, Frequenz und Hub können so auch Strukturen hergestellt werden. Die Auflösung der Strukturen ist laut [REDACTED] von der Steuerung der Bahn abhängig.¹¹⁷

Qualität und Kosten

Momentan sind mit diesem Verfahren Auflösungen von im [REDACTED] denkbar. Es ist aktuell ein F&E-Projekt im Laufen, bei dem man versucht mit diesem Verfahren Mikrostrukturen herzustellen. Als Problematisch wird hier der Spitzenradius angesehen. Genauigkeiten unter [REDACTED] sind derzeit noch nicht machbar.

Zu den Kosten kann hierzu noch keine Aussage gemacht werden, da es sich um ein Forschungsprojekt handelt und derzeit nicht abzusehen ist welchen Aufwand die Fertigung von Mikrostrukturen verursacht.¹¹⁸

4.2.6 Ätzverfahren

KOH-Ätzen, ein nasschemisches Ätzverfahren, war das erste Verfahren, mit dem überhaupt Mikrostrukturen hergestellt wurden. Eine Anwendung findet man derzeit in der Herstellung von Sensoren oder Mikrochips.¹¹⁹

116Vgl. [REDACTED] (2.2.2010)

117Vgl. Pretschuh (2009), S. 9

118Vgl. Pretschuh (2009), S. 9

119Vgl. Einführung in die Mikrosystemtechnik, S. 2 ff.

Technik

Grundsätzlich können hiermit alle Metalle verarbeitet werden, wobei Silicium als besonders geeignet zu nennen ist. Bei diesem Verfahren wird eine Ätzmaske auf einen Si-Wafer aufgetragen. Dieser wird anschließend in ein Ätzbad getaucht. Die Maske wird aufgrund ihrer niedrigen Ätzrate nicht angegriffen. Die geforderte Struktur wird in den Wafer bis zu einer Stoppschicht geätzt.^{120 121}

Qualität und Kosten

Die Auflösung der Struktur hängt bei diesem Verfahren von der eingesetzten Belichtungsmethode ab. Mit [REDACTED] sind derzeit Auflösungen von [REDACTED], mit [REDACTED] [REDACTED] erreichbar. Die strukturierbare Fläche ist ebenfalls von der Belichtungsmethode abhängig. Mit Filmbelichtung ist die Fläche auf [REDACTED] und mit Glaswerkzeugen auf [REDACTED] begrenzt. Eine Strukturierung direkt auf eine Walze ist nicht möglich.¹²²

Beim nasschemischen Ätzen handelt es sich um einen anisotropen Prozess. Das bedeutet, dass zwar Spitzenradien von bis zu [REDACTED] hergestellt werden können, das Material wird aber in der Tiefe und Breite weggeätzt. Dadurch entstehen sphärische Seitenflächen, die nicht gerade sind.¹²³

Da dieses Verfahren aus technischen Gründen für die von BST geforderte Anwendung nicht geeignet ist wird auch im Bezug auf die Kosten keine Aussage getätigt.

¹²⁰Vgl. Pretschuh (2009), S. 8

¹²¹Vgl. Einführung in die Mikrosystemtechnik, S. 6 ff.

¹²²Vgl. Pretschuh (2009), S. 8

¹²³Vgl. Pretschuh (2009), S. 8

4.3 Bewertung

In Abbildung 4.1 sind alle Verfahren gelistet. Zu jeder Technologie sind in den Spalten die jeweiligen Kosten, sowie die mögliche Strukturauflösung und die Qualität der jeweiligen Struktur angeführt (siehe 2.4.2).

Technologie	Kosten für das erste Werkzeug	Kosten für jedes weitere Werkzeug	Strukturauflösung	Spitzenradius	Strukturierte Fläche
<i>Aktuelles Verfahren</i>					
<i>Mikrozerspanung</i>					
<i>MikroWind</i>					
<i>Elektrochemische Mikrobearbeitung</i>					
<i>Lasertechnik</i>					
<i>Festklopfverfahren</i>					
<i>Ätzverfahren</i>					

Tabelle 4.1: Bewertungskriterien

*Kosten für eine Machbarkeitsstudie

Ausgehend von diesen Bewertungskriterien wird im nächsten Schritt eine Nutzwertanalyse erstellt. Wie in Tabelle 4.2 zu sehen erhält jedes Kriterium Punkte. Die Aufschlüsselung dieser wird dabei wie folgt festgelegt:

- 1 ... sehr schlecht
- 2 ... schlecht
- 3 ... ausreichend
- 4 ... gut
- 5 ... sehr gut

Zu beachten ist, dass die unterschiedlichen Bewertungskriterien aufgrund ihrer Wichtigkeit gewichtet werden. Die Gewichtung, multipliziert mit den Bewertungspunkten ergibt den Einzelnutzwert. Diese Einzelnutzwerte ergeben aufsummiert den Gesamtnutzwert für jedes Verfahren.

Kriterium	Stufen- gewicht	Alternative I		Aktuelles Verfahren		Alternative II		Alternative VI		Alternative IV		Alternative III		Alternative V	
		Bewer- tung	Nutz- wert	Bewer- tung	Nutz- wert	Bewer- tung	Nutz- wert	Bewer- tung	Nutz- wert	Bewer- tung	Nutz- wert	Bewer- tung	Nutz- wert	Bewer- tung	Nutz- wert
1. Kosten - erstes Werkzeug	20%														
2. Kosten - weiteres Werkzeug	15%														
3. StrukturaufbÜsung	25%														
4. Spitzenradius	25%														
5. Strukturierte Fläche	15%														
	Nutzwert														

Tabelle 4.2: Nutzwertanalyse

Aus dieser Nutzwertanalyse ist zu erkennen, dass Alternative I, die Mikrozerspanung, den höchsten Nutzwert erreicht. Diese Verfahren sollte in jedem Fall näher betrachtet werden. Vor allem bei den Kosten liegt dieses Verfahren deutlich unter den aktuellen.

Abschließend sind in Abbildung 4.3 alle Verfahren noch einmal nach ihrem Nutzwert gelistet. In den Spalten sind jeweils die Vor- und Nachteile jeder Technologie zusammengefasst.

Technologie	Vorteile	Nachteile	Kommentar
<i>Mikrozerspanung</i>			
<i>Aktuelles Verfahren</i>			
<i>Mikro Wind</i>			
<i>Ätzverfahren</i>			
<i>Lasertechnik</i>			
<i>Elektrochemische Mikrobearbeitung</i>			
<i>Festklopfverfahren</i>			

Tabelle 4.3: Bewertung

4.4 Diskussion und Ausblick

Den Abschluss der Prozessanalyse bildet die Diskussion, bei der die Schwierigkeiten des Themas erläutert werden. Außerdem wird ausgehend von diesen bzw. im vorigen Kapitel erstellten Nutzwertanalyse eine Empfehlung abgegeben, welche Technologie in Zukunft in Betracht gezogen werden soll. Des Weiteren wird ein Ausblick angeführt, der

aufzeigt, in welche Richtung sich, nach aktuellem Stand der Technik, die Herstellung von Mikrostrukturen entwickeln wird (siehe 2.5).

4.4.1 Schwierigkeiten

Die Forschung steht beim Thema der großflächigen Herstellung von Mikrostrukturen erst am Anfang. Zwar ist die Fertigung von Mikrobauteilen gerade in der Elektronikbranche schon sehr verbreitet und sehr gut untersucht, man ist in diesem Bereich aber immer nur auf kleine Flächen beschränkt. Es gibt daher einige Verfahren mit denen es zwar möglich ist Mikrostrukturen herzustellen, allerdings steigen die Kosten mit der Größe der Fläche überproportional an.¹²⁴

Ein weiteres Problem für viele Firmen ist es, eine grobe Kostenabschätzung anzugeben. Da die Herstellung von Mikrostrukturen auf großen Flächen von sehr vielen Parametern abhängig ist und es bei nahezu keinem Unternehmen bisher ähnliche Projekte gegeben hat, kann hier eine genaue Kostenaufstellung nur nach Analyse und Einbeziehung aller Anforderungen an das Produkt getroffen werden.¹²⁵

Um eine optimale Reduktion des Reibungswiderstandes zu ermöglichen ist es besonders wichtig, Mikrostrukturen mit möglichst [REDACTED] und möglichst [REDACTED] [REDACTED] herzustellen. Gerade diese zwei Qualitätskriterien stellen bei den meisten alternativen Verfahren ein Problem dar. Des Weiteren ist die Abbildungsgenauigkeit mit dem aktuellen Verfahren am Besten einzuhalten. Da sich viele Verfahren auch nur auf ebene Flächen beschränken muss hier immer mit zumindest einer Fehlstelle (Schweißnaht) gerechnet werden.

4.4.2 Ausblick

Gerade beim aktuellen Verfahren sind die Kooperationspartner [REDACTED] und [REDACTED] sehr bestrebt die oben beschriebenen Problematiken weiter zu verbessern. Vor allem bei den Fehlstellen wird versucht, durch ständige Technologieverbesserung bzw. bessere Abstimmung der Parameter, diese zu minimieren. Außerdem ist gerade

¹²⁴Interview mit Volkmar Boerner, am 27.1.2010

¹²⁵Vgl. Pretschuh (2009), S. 5 f.

█ daran interessiert Flächen mit z.B. █ zu erzeugen. So verringert sich die Anzahl █. Problematisch sind aktuell hierbei allerdings wiederum die Kosten für die größere Fläche anfallen.^{126 127}

Auch wenn sich Verfahren wie z.B. das Festklopffverfahren nach momentanen Stand der Technik nicht zur Fertigung von Mikrostrukturen eignet, sollte es langfristig doch analysiert werden. Das Unternehmen █ ist bestrebt durch Verbesserung der Bahnsteuerung auch Auflösungen im Mikrobereich herzustellen.¹²⁸

4.4.3 Empfehlung

Nach umfassender Untersuchung aller Verfahren, kann gesagt werden, dass für qualitativ hochgenaue Strukturen, gerade im Bereich von █ Auflösung, auf jeden Fall weiterhin das aktuelle Verfahren zu bevorzugen ist, da mit diesem aufgrund der hohen Abbildungsgenauigkeit die besten Ergebnisse im Bezug auf Reibungsverminderung erzielt werden.

Außerdem bietet das aktuelle Verfahren als Einziges die Möglichkeit, die Mikrostruktur mit einer Nanostruktur zu überlagern. So können zusätzliche Effekte wie z.B. ein Selbstreinigungseffekt oder Hologramme in die Folie eingearbeitet werden ohne den Effekt der Reibungsverminderung wesentlich zu beeinflussen.

Für größere Strukturen sollte auf jeden Fall █ in Betracht gezogen werden. Zum Einen können größere Strukturen mit Interferenzlithographie gar nicht gefertigt werden, zum Anderen ist █ sehr interessant. Zwar ist der █ aber man kann mit diesem Verfahren das Problem der Fehlstelle umgehen. So würde man wirklich eine Endlosstruktur auf eine Folie prägen können, was für die weitere Verarbeitung sehr hilfreich ist.

¹²⁶Interview mit Dr. Jörg Mick, am 27.1.2010

¹²⁷Interview mit Dr. Oliver Humbach, am 26.1.2010

¹²⁸Vgl. Pretschuh (2009), S. 9

5 Marktrecherche

Im zweiten Teil der Praxisarbeit geht es darum, Märkte zu finden, für die der Einsatz von mikrostrukturierter Folie zur Reibungsverminderung interessant ist (siehe 2.1.4). Dabei werden mögliche Markteintrittsbarrieren sowie technische Herausforderungen besprochen (siehe 2.1.3). Für jedes Marktsegment werden die Marktvolumina definiert. Da es bislang kein vergleichbares Konkurrenzprodukt am Markt gibt, ist zu erwähnen, dass sich Marktvolumen und Marktpotential, solange BST der einzige Anbieter bleibt, decken (siehe 2.1.2).

5.1 Marktsegmentierung

Grundlegend für eine gute Marktrecherche ist die Segmentierung des Gesamtmarktes nach entsprechenden Kriterien (siehe 2.1.4). Für diese Problemstellung wurde nach Absprache mit BST in einem ersten Schritt geklärt, in welchen Medien das Produkt eingesetzt werden kann. Anschließend wurden für die Medien Luft und Wasser interessante Anwendungen und für diese die einzelnen Marktsegmente definiert.

<i>Medium Luft</i>					
		Sport	Luftfahrt	Industrie	Werbeträger
<i>betrachtet</i>		Fahrräder Aerohelme Surfbretter	Klein- Mittel- Großflugzeuge Segelflieger	Windkraftanlagen	Red Bull Airrace America's Cup Rekordfahrzeuge
<i>nicht betrachtet</i>			unbemannte Luftfahrt	Rohrleitungen Turbinenschaufeln	Formel 1 Le Mans Serie

Tabelle 5.1: Marktsegmentierung im Medium Luft

Tabelle 5.1 zeigt die Anwendungen, welche für das Medium Luft definiert wurden. In diesen sind alle interessanten Marktsegmente eingetragen. Es muss erwähnt werden, dass eine Betrachtung aller Marktsegmente den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Es wird daher zwischen betrachteten und nicht betrachteten Marktsegmenten unterschieden.

		<i>Medium Wasser</i>		
		Seefahrt	Sport	Industrie
<i>betrachtet</i>		Kreuzfahrtschiffe	Surfbretter	Multi-Purpose-Carrier Bulk Carrier Schwergutfrachter Öltanker
<i>nicht betrachtet</i>		Segelschiffe	Speedboote	Rohrleitungen Turbinenschaufeln

Tabelle 5.2: Marktsegmentierung im Medium Wasser

Die interessanten Anwendungen im Medium Wasser sind in Tabelle 5.2 dargestellt. Da auch hier nicht alle Teilmärkte untersucht wurden sind die einzelnen Marktsegmente wiederum in betrachtete und nicht betrachtete aufgeteilt.

5.2 Windkraftanlagen

Im Markt der erneuerbaren Energien gibt es weltweit einige Verbände, die sich aus vielen Herstellern zusammensetzen und laufend Statistiken bezüglich der Marktentwicklung und der Tendenzen veröffentlichen. Im Folgenden wurden diese Sekundärdaten recherchiert, analysiert und für die Problemstellung von BST aufbereitet (siehe 2.4.2).

5.2.1 Marktentwicklung

Die Jahre 1973/74 waren, aufgrund der weltweiten Energiekrise, der Startschuss für die industrielle Nutzung von Windenergie. Um der Rohölabhängigkeit zu reduzieren begann man verstärkt an alternativen Energiekonzepten zu arbeiten. Daraus entwickelte

sich 1976 die erste Windkraftanlage. Mit diesen Pionieranlagen war es noch nicht möglich, Windenergie wirtschaftlich zu nutzen.¹²⁹

Die Kosten für den Betrieb von Windkraftanlagen sind in den letzten 15 Jahren drastisch gesunken. Des Weiteren wurden immer stärkere und effizientere Anlagen entwickelt, was den Markt der alternativen Energieerzeugung mit Wind immer interessanter macht.¹³⁰

Die im Jahr 2008 weltweit neu installierten Windkraftanlagen, gemessen an der Leistung, betrug 27.051 MW, was einer Versorgung von 7 Millionen Haushalten mit elektrischen Strom entspricht. Die gesamte Windenergieleistung stieg in diesem Jahr auf 120.718 MW an. Aus Abbildung 5.3 ist ersichtlich, dass 85% des Marktanteiles die Top 10 Länder beanspruchen.¹³¹

Weltweit ist seit 2000 eine jährliche Steigerung der Neuinstallationen zu beobachten. Bis 2017 ist zu erwarten, dass die Kapazität der neuinstallierten Anlagen auf ca. 108.000 MW pro Jahr steigt (siehe Abbildung 5.1).¹³²

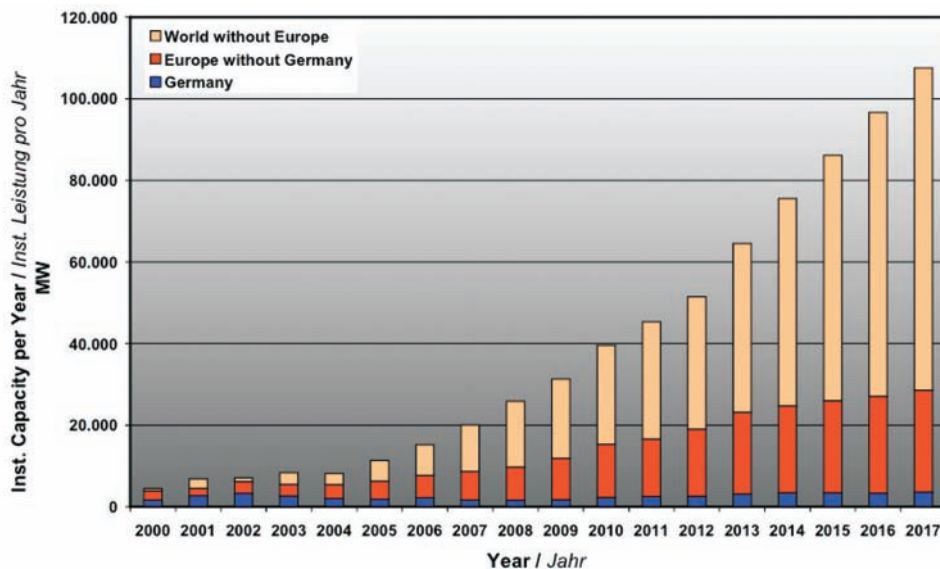


Abbildung 5.1: Windenergiekapazitäten 2008
Quelle: WindEnergy Study 2008

¹²⁹Vgl. http://www.ig-windkraft.at/index.php?mdoc_id=1000091 (16.3.2010)

¹³⁰Vgl. <http://www.gwec.net/indes.php?id=13> (16.3.2010)

¹³¹Vgl. Zervos/Sawyer (2008), S. 8 ff.

¹³²Vgl. http://www.ig-windkraft.at/index.php?mdoc_id=1000091 (16.3.2010)

Die größte leistungsmäßige Wachstumsrate ist in den nächsten Jahren in Asien zu erwarten. Wie in Abbildung 5.2 ersichtlich steigt das jährliche Wachstum von 8,6 GW im Jahr 2008 auf 25,5 GW im Jahr 2013 an. Für Europa und Nordamerika wird vom Global Wind Energy Counsel ein signifikantes Wachstum ab 2011 erwartet.¹³³

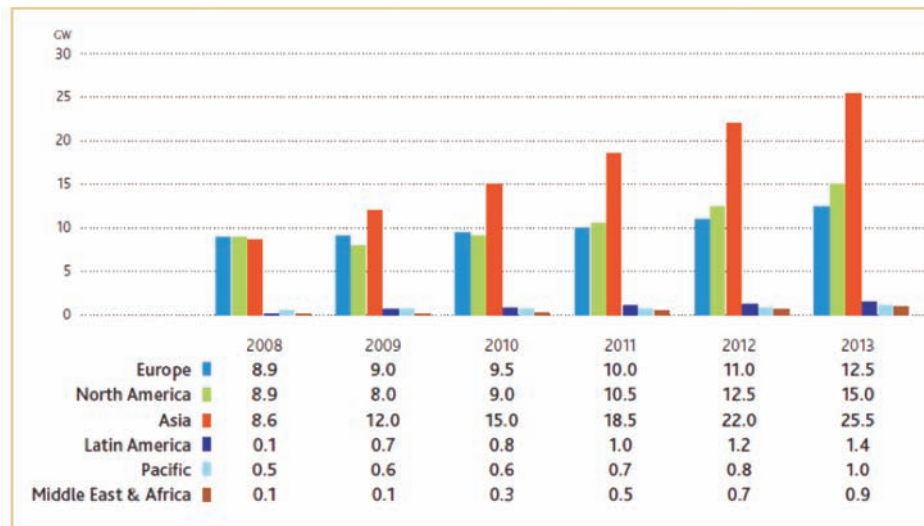


Abbildung 5.2: Jährliche Wachstumsrate

Quelle: Global Wind 2008 Report

Wie in 5.3 ersichtlich ist Deutschland in Europa der Keyplayer im Windkraftmarkt. Wurden dort 2002 noch 2.321 Windenergieanlagen neu installiert, so ist diese Zahl bis 2007 auf 883 zurückgegangen. Seit 2007 ist die Anzahl der neu installierten Windkraftanlagen annähernd konstant. In der gesamten Deutschen Bundesrepublik waren zum 31.12.2009, 21.164 Windkraftanlagen installiert. Dies entspricht einer Leistung von 25.777 MW.¹³⁴

¹³³Vgl. Zervos/Sawyer (2008), S. 14 ff.

¹³⁴Vgl. http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/statistiken/WE%20Deutschland/100127_PM_Dateien/DEWI_Statistik_2009.pdf (16.3.2010)

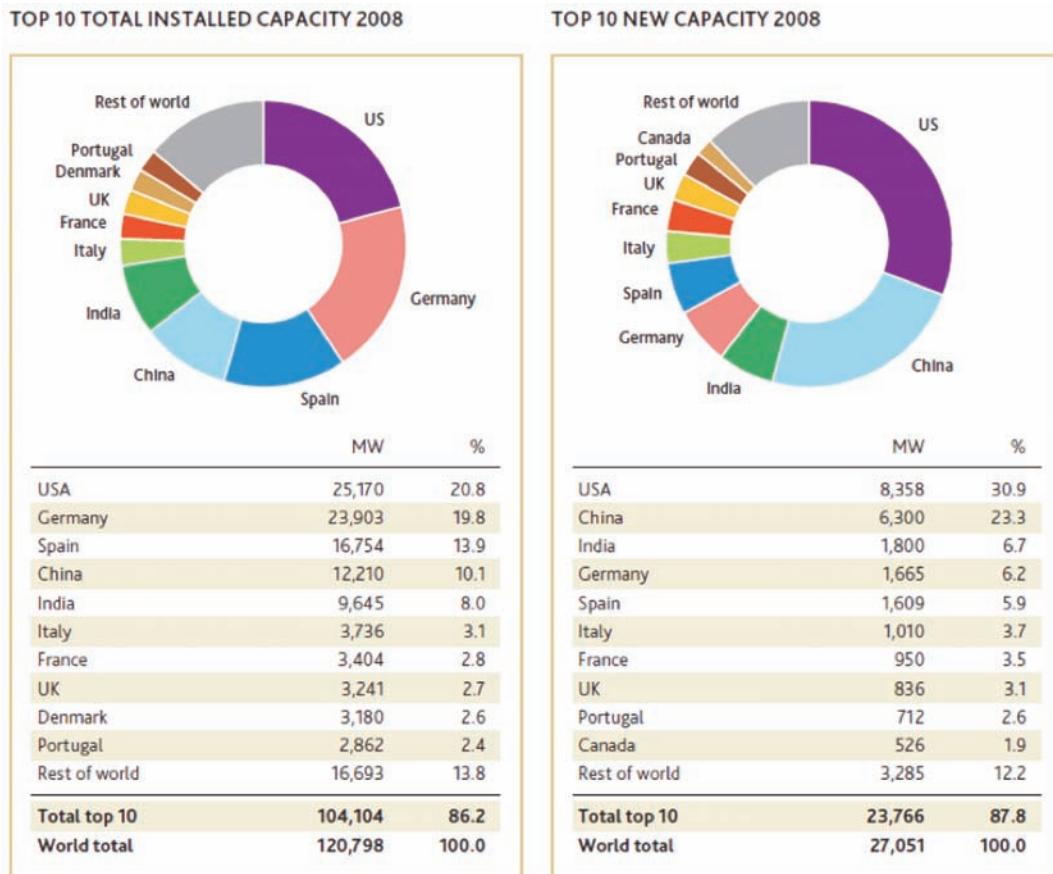


Abbildung 5.3: Top 10 Windenergiekapazitäten 2008
Quelle: Global Wind 2008 Report

Windenergie in Deutschland

Ist weltweit ein stetiger Anstieg von neuen Windkraftanlagen zu verzeichnen, so bleibt die Anzahl der Neuinstallation in Deutschland nahezu konstant (siehe Abbildung 5.1). Zum Stichtag 31.12.2008 sind insgesamt 20.287 Windenergieanlagen in Betrieb. Dies entspricht einer installierten Gesamtleistung von 23.895 MW. Es wurden 866 Anlagen gebaut, was einer neu installierten Leistung von 1.665 MW entspricht. Die Durchschnittliche Leistung der Neuinstallationen liegt bei rund 1,9 MW je WKA während sie umgerechnet auf die gesamten Anlagen nur bei ca. 1,2 MW je WKA liegt (siehe Tabelle 5.3).¹³⁵

¹³⁵Vgl. Ender (2008), S. 42 ff.

	Neuinstallationen	Gesamt
Anzahl [WKA]	866	20.287
installierte Leistung [MW]	1.665,12	23.894,91
durchschnittlich installierte Leistung	1.922,77	1.177,84

Tabelle 5.3: Windkraftanlagen 2008, Stand: 31.12.2008
Quelle: DEWI Magazin No. 34 (2008)

Es gibt in der Windenergietechnik Anlagen unterschiedlicher Größe. Die Gesamtleistung verteilt sich dabei auf die jeweilige Anlagegröße wie in Tabelle 5.4.

Anlagengröße [kW]	Anzahl	%	Gesamtleistung [MW]	%
5 - 80	722	3,6	40,6	0,2
80,1 - 130	617	3,0	94,0	0,4
130,1 - 310	710	3,5	191,5	0,8
310,1 - 749,9	5.771	28,4	3.308,7	13,6
750 - 1.499,9	2.889	14,2	3.037,1	12,7
1.500 - 3.100	9.532	47,0	17.009,3	71,2
größer 3.100	46	0,2	213,8	0,9

Tabelle 5.4: Anzahl der unterschiedlichen Leistungsklassen
Quelle: DEWI Magazin No. 34 (2008)

Aus Abbildung 5.4 ist ersichtlich, dass in Deutschland den größten Anteil (47%), Anlagen im Leistungsbereich von 1,5 - 3,1 MW haben. Die zweite Stelle nimmt der Leistungsbereich von 310 - 750 kW ein.¹³⁶

¹³⁶Vgl. Ender (2008), S. 42 ff.

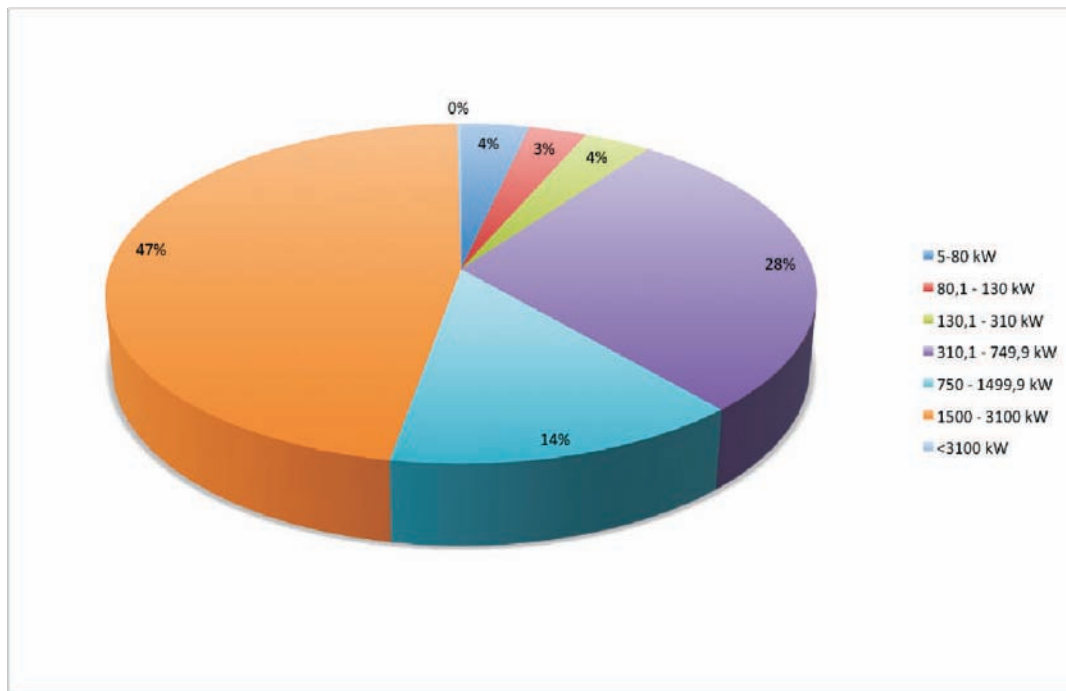


Abbildung 5.4: Anteil der Leistungsklassen
Quelle: DEWI Magazin No. 34 (2008)

Windenergie in den den USA

In den USA wurden 2008 im Windkraftmarkt alle bisherigen Zahlen übertroffen. Mit über 8.300 MW an neu installierten Kapazitäten konnte die Gesamtleistung der Windenergie auf über 25.000 MW gesteigert werden. Weltweit liegen die USA damit klar an erster Stelle (siehe Abbildung 5.3).^{137 138}

Diese Zahlen konnten 2009 noch einmal gesteigert werden. So wurden über 9.900 MW an Leistung neu installiert und es konnte die gesamte Kapazität auf über 35.000 MW gesteigert werden. Es können damit 8.200.000 Haushalte mit elektrischen Strom versorgt werden. Gemäß den Schätzungen der AWEA können die USA, bei gleichbleibenden Förderprogrammen, bis zum Jahr 2030, 20% ihres Gesamtelektrizitätsverbrauches durch Windkraft abdecken.^{139 140}

¹³⁷Vgl. Zervos/Sawyer (2008), S. 9

¹³⁸Vgl. http://www.awea.org/pubs/factsheets/Market_Update_Factsheet.pdf (6.4.2010)

¹³⁹Vgl. <http://www.awea.org/publications/reports/4Q09.pdf> (6.4.2010)

¹⁴⁰Vgl. http://www.awea.org/pubs/factsheets/20percent_Wind_factsheet.pdf (6.4.2010)

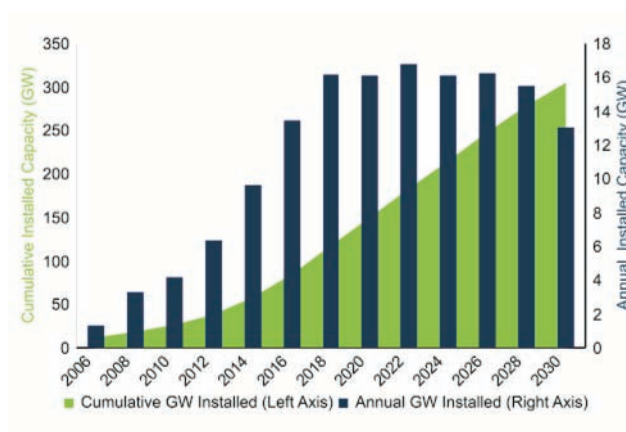


Abbildung 5.5: Geschätzte Entwicklung der Windkraft bis 2030
Quelle: www.awea.org (6.4.2010)

Aktuell sind 35.159 Windkraftanlagen in Betrieb und 3.188 werden gebaut. Abbildung 5.6 zeigt die Verteilung der WKA auf die einzelnen Staaten der USA (Stand: 31.12.2009). Diese Grafik wird von der AWEA vierteljährlich aktualisiert. Es ist zu erkennen, dass in Texas mit die meisten Anlagen installiert sind (9.410).¹⁴¹

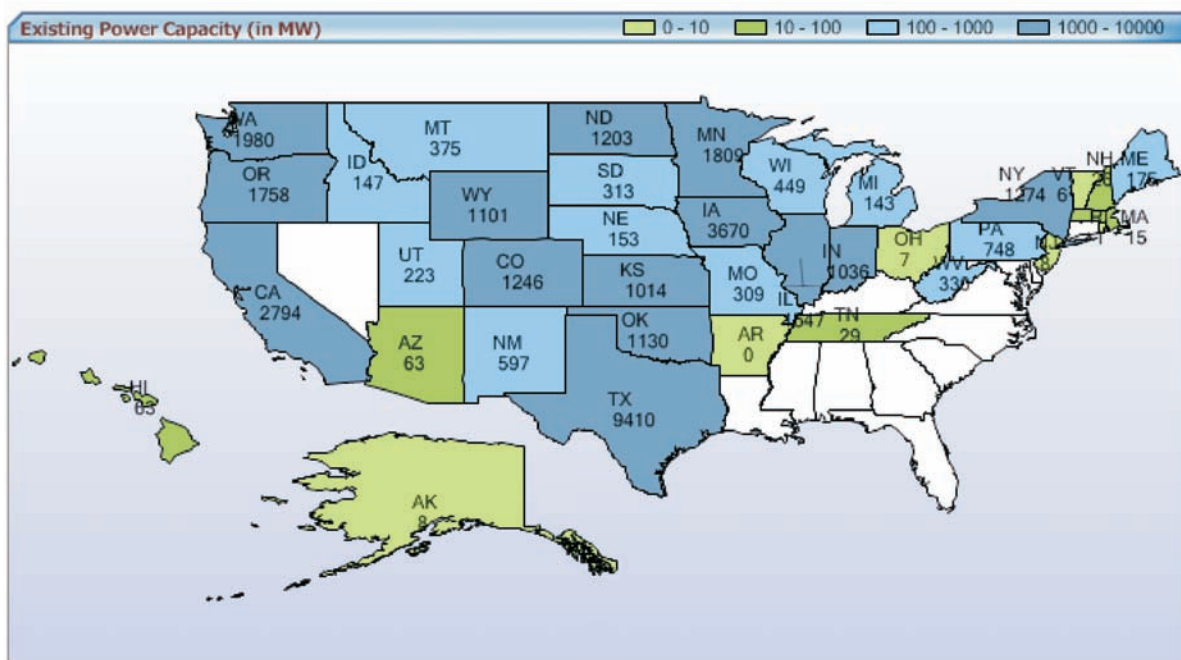


Abbildung 5.6: Verteilung der Windkraftanlagen auf die Bundesstaaten
Quelle: www.awea.org (6.4.2010)

¹⁴¹Vgl. <http://www.awea.org/projects/> (6.4.2010)

Um die Vision der 20% - Grenze im Jahr 2030 zu erreichen, müssen die Kosten um 10% gesenkt und die Leistungskapazität der WKA um 15% gesteigert werden. Von der US amerikanischen Regierung wird deshalb deshalb das "Department of Energy's" (DOE) - Programm finanziert. Es handelt sich dabei um eine Förderung, bei der \$ 200,- Millionen, verteilt auf 5 Jahre, in die Forschung und Entwicklung von Windkraftanlagen fließen.¹⁴²

Windenergie in Österreich

In Österreich wurde 2009 nicht eine einzige Windkraftanlage installiert. Wie in 5.7 zu sehen ist erlebte die Windenergie von 2003 bis 2006 einen Boom, danach ist die Anzahl der jährlichen Zubauten rapide gesunken.¹⁴³

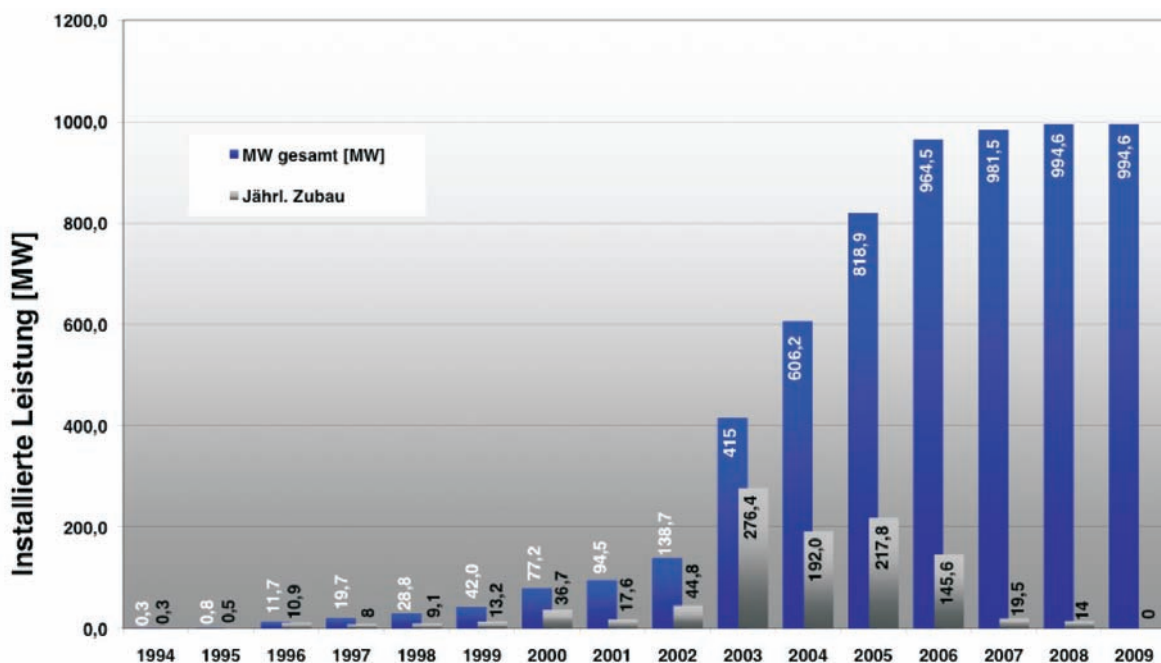


Abbildung 5.7: Windkraft in Österreich

Quelle: www.igwindkraft.at (18.3.2010)

Die Zahl der gesamten installierten Leistung ist seit 2006 annähernd konstant. 2009 waren 617 Windkraftanlagen installiert. Diese erzeugen eine Leistung von insgesamt 995 MW, was rund 3% des österreichischen Stromverbrauches deckt. In Tabelle 5.5 ist die

¹⁴²Vgl. AWEA (2008), S. 20

¹⁴³Vgl. http://www.igwindkraft.at/index.php?mdoc_id=1023504 (18.3.2010)

Verteilung der Kapazität auf die einzelnen Bundesländer angeführt. Interessant dabei ist, dass in Tirol, Salzburg und Vorarlberg keine einzige Windkraftanlage steht. Durchschnittlich liefert in Österreich jede Anlage 1,6 MW an Leistung.¹⁴⁴

Bundesland	Leistung [MW]	Windparks	Anlagen
Österreich	994,9	162	618
Niederösterreich	541,3	108	345
Burgenland	369,2	30	206
Steiermark	49,8	8	33
Oberösterreich	26,4	10	23
Wien	7,7	5	10
Kärnten	0,5	1	1

Tabelle 5.5: Verteilung der Kapazität auf die Bundesländer
Quelle: www.igwindkraft.at (18.3.2010)

Diese Durchschnittswerte von [REDACTED] pro Anlage, umgerechnet auf die weltweit gesamte Leistungskapazität von [REDACTED], ergibt weltweit eine Anzahl von [REDACTED] bis [REDACTED] an installierten Windenergieanlagen. Gerechnet mit dem kleineren Wert und einer durchschnittlich beklebbaren Fläche der Rotorblätter von [REDACTED] ergibt ein weltweites Marktvolumen von [REDACTED].¹⁴⁵

5.2.2 Eintrittsbarrieren und technische Herausforderungen

Um die Markteintrittsbarrieren bzw. die technischen Herausforderungen zu klären wurden mehr als zehn Unternehmungen in Deutschland, Österreich und Italien kontaktiert. Von diesen erklärten sich vier Unternehmungen ([REDACTED], [REDACTED], [REDACTED] und [REDACTED]) bereit zum Thema Stellung zu nehmen (siehe 2.4.2).¹⁴⁶

Das Thema mikrostrukturierte Folie ist im Bereich von Windkraftanlagen bekannt und wird immer wieder diskutiert. Dabei konnten bis jetzt eine signifikante Leistungssteigerung in der Praxis nicht nachgewiesen werden, was als größte Eintrittsbarriere zu sehen ist. Problematisch ist gemäß [REDACTED] eine Leistungssteigerung der

¹⁴⁴Vgl. http://www.igwindkraft.at/index.php?mdoc_id=1023504 (18.3.2010)

¹⁴⁵Vgl. Recherchebericht Mikrostrukturen (2010), S. 7

¹⁴⁶Vgl. Pretschuh (2010), S. 7

gesamten Anlage von mehr als [REDACTED] durch die Verbesserung des Reibungswiderstandes von [REDACTED]. Des Weiteren wird eine Haltbarkeit der Folie über viele Jahre hin gefordert. Dabei ist diese ständig schwierigen Rahmenbedingungen wie z.B. Hagel, Sandkörner oder Temperaturschwankungen ausgesetzt. Außerdem wird Haftung und Formstabilität bei Anströmgeschwindigkeiten von bis zu [REDACTED] und Beständigkeit gegen UV-Belastung gefordert. Ein wichtiges Kriterium sind die Kosten, welche durch die Folie anfallen. Diese müssen sich auf jeden Fall in mindestens [REDACTED] amortisieren.¹⁴⁷

Aktuell werden bereits zum Schutz gegen Erosion, Folien an der Anströmkante eingesetzt. Diese müssen aufgrund der oben erwähnten Problematiken sehr oft kontrolliert bzw. erneuert werden. Wegen dieser Tatsache wird als mögliche Eintrittsbarriere, die durch das Nachrüsten und das Erneuern der mikrostrukturierten Folie anfallenden Kosten genannt. Es wird daher eine Haltbarkeit von mindestens drei Jahren, bei einer Einsatzzeit von [REDACTED] im Jahr gefordert.¹⁴⁸

Gemäß der Aussage von [REDACTED] kommt es im Winter immer zu Stillständen in Folge von Eis und Schnee. Diese Problematik könnte durch den Einsatz der mikro- bzw. nanostrukturierten Folie umgangen werden, da mit der aktuellen Herstellungstechnologie eine Überlagerung einer selbstreinigenden Nanostruktur möglich ist (siehe 4.1.3). Primär wird von [REDACTED] eine Folie, die Schmutz- und Insektenabweisend ist, gefordert. Dies kann durch den Einsatz der BST-Folie erfüllt werden. Der Effekt der Reibungsverminderung wäre bei dieser Folie nur ein zusätzlicher (sekundärer) Nutzen.¹⁴⁹

Es sind bereits Schutzfolien (z.B. von 3M) am Markt erhältlich. Ebenfalls wurde von [REDACTED] im Jahr 2002 auf der Messe [REDACTED] eine ähnliche Folie als "*Revolution und Produkt des Jahres*" vorgestellt. Diese Folie ist bei BST bekannt und weist eine wesentlich schlechtere Struktur bei höherem Flächengewicht auf. Außerdem war diese Folie bei keinem der befragten Unternehmungen bekannt.¹⁵⁰

147Vgl. Pretschuh (2010), S. 7 ff.

148Vgl. Pretschuh (2010), S. 8

149Vgl. Pretschuh (2010), S. 9

150Vgl. Pretschuh (2010), S. 7 ff.

In der Windkraftanlagentechnik gibt es drei verschiedene Geschäftsfelder. Zum Einen gibt es Firmen wie ██████████, die vom Fundament bis zur Rotorblattspitze eine komplette Windkraftanlage entwickelt und die Lizenz und Baupläne dafür verkaufen. Zum Anderen sind Firmen am Markt, welche sich auf den Bau der Anlagen konzentrieren und die Komponenten zukaufen. Außerdem gibt es Unternehmungen, welche sich ausschließlich auf die Rotorblattentwicklung konzentrieren. Das Problem, welches sich für BST ergibt ist, dass man von den großen Unternehmungen, welche sich mit der Entwicklung von ganzen WKA beschäftigen immer weiterverwiesen wird, bis man schließlich bei den kleinen Rotorblattherstellern angelangt ist. Diese haben dann allerdings nicht die Ressourcen um Projekte mit BST abwickeln zu können.¹⁵¹

Zur Zeit müssen Windkraftanlagen bei zu hohen Anströmgeschwindigkeiten abgestellt werden, da es zum Ablösen der Strömung am Rotor kommt. Durch die Riblets wird dieses Ablösen verhindert, weshalb Windkraftanlagen, welche mit mikrostrukturierter Folie beklebt sind auch bei höheren Windgeschwindigkeiten in Betrieb bleiben können.¹⁵²

¹⁵¹Interview mit Andreas Flanschger, am 14.4.2010

¹⁵²Interview mit Peter Leitl, am 6.4.2010

5.3 Fahrräder

Für den Fahrradmarkt ist eine Reibungsverminderung durch mikrostrukturierte Folie besonders im Bereich der Laufräder interessant. Hier gibt es bereits Ansätze, die Speichen von Carbonlaufrädern und -rahmen als ideales Profil auszuführen.¹⁵³ Eine Reibungsverminderung durch den Einsatz der Folie konnte in CFD-Simulationen durch BST bereits nachgewiesen werden. Da es für diesen Markt keine Statistiken oder ähnliche Recherchen gibt wird hier ausschließlich mit Experteninterviews gearbeitet (siehe 2.4.2).

5.3.1 Eintrittsbarrieren und technische Herausforderungen

Eine Beklebung mit der Folie ist in erster Linie bei Vierspeichenrädern, wie sie von [REDACTED] [REDACTED] angeboten werden (siehe Abbildung 5.8), interessant. Die größte Markteintrittsbarriere hierfür ist, dass von der UCI per Reglement der Einsatz von mindestens 12 Speichen bei Massensstarts in Radrennen erforderlich ist. Dies beschränkt den Markt der Vierspeichenräder auf das Zeitfahren und den Triathlon. Gemäß der Aussage von [REDACTED] bringt eine Reibungsverminderung am Meisten am Ring, auf dem die Reifen montiert werden, was den Einsatz auf Mehrspeichenrädern langfristig durchaus interessant macht.¹⁵⁴



Abbildung 5.8: Vierspeichenlaufrad von [REDACTED]

Quelle: [REDACTED] (22.3.2010)

¹⁵³Vgl. [REDACTED]

¹⁵⁴Interview mit Gerald Possarnig, am 5.3.2010

Des Weiteren wird im Hochleistungsfahrradmarkt von einer polypolistischer Angebotsstruktur ausgegangen. Der Verkaufspreis ist dabei im monopolistisch Abschnitt (zwischen P_o und P_u) an der oberen Preisschwelle P_o angeordnet, was bei weiterer Preiserhöhung keine signifikante Steigerung des Absatzes mit sich bringt (siehe Abbildung 5.9).¹⁵⁵

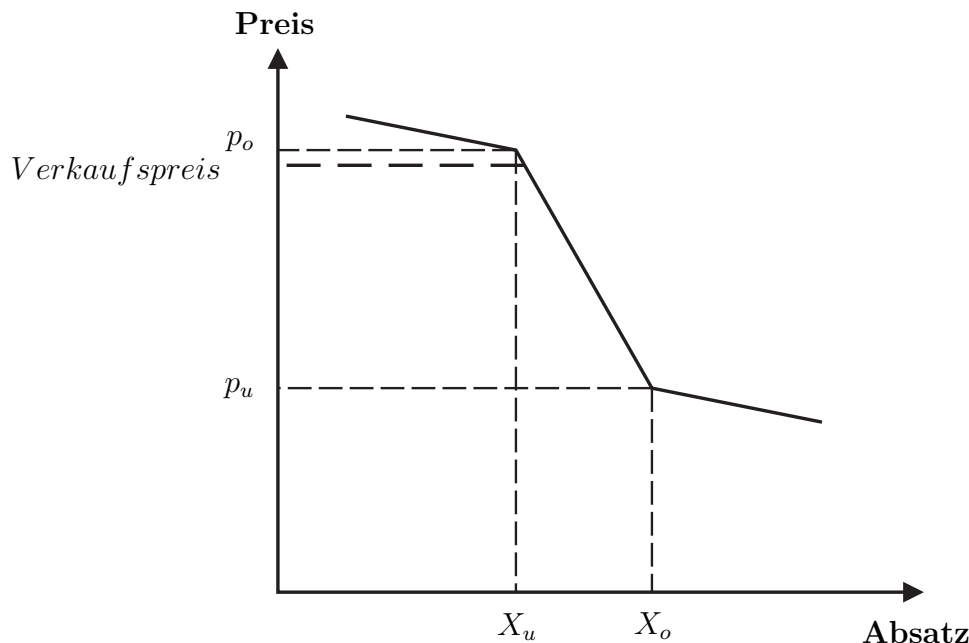


Abbildung 5.9: Preis-Absatz-Funktion des Polypolisten
Quelle: vgl. Benkenstein (2001), S. 223

Laut [REDACTED] wird sogar mit einem Einbruch des Absatzes bei weiterer Preiserhöhung gerechnet. Für [REDACTED] ist es deshalb wichtig, dass durch das Bekleben mit der Folie keine erhebliche Steigerung der Herstellkosten auftritt.¹⁵⁶

Des Weiteren muss die Folie resistent gegen Umwelteinflüsse sein. So ist es am Laufrad wichtig, dass die Strukturen beim Reinigen unempfindlich gegenüber fettlösenden Reinigungsmitteln und Kettenfett sind. Bei der Lagerung treten Temperaturen von [REDACTED] im Betrieb vor allem im Bereich der Bremsen von [REDACTED] auf. Die Folie muss unempfindlich gegenüber solchen Temperatureinflüssen sein. Außerdem ist eine Beständigkeit gegenüber UV-Einstrahlung gefordert, d.h. das Produkt darf in der Sonne nicht ausblei-

¹⁵⁵Vgl. Bauer (2007), S. 3 - 38

¹⁵⁶Interview mit Gerald Possarnig, am 5.3.2010

chen.¹⁵⁷

Bei einem hochpreisigen Produkt wie Carbonlaufräder ist die Kaufentscheidung in erster Linie eine subjektive. Deshalb ist auch das Design der Räder von Bedeutung. Von [REDACTED] wird daher eine Dekorationsfunktion der Folie, wie z.B. Firmenlogo, gefordert. Durch die Möglichkeit einer Überlagerung einer Nanostruktur über die Mikrostruktur (siehe 4.1.3) ist diese Forderung mit dem aktuellen Herstellungsverfahren bereits erfüllt.¹⁵⁸

Da ein Carbonlaufradsatz für maximale Leistung bei minimalen Gewicht ausgelegt ist, werden solche Produkte vor allem als zweiter Laufradsatz gekauft und vorwiegend bei Radrennen eingesetzt. Für Trainingsfahrten wird zumeist ein Aluminiumrad benützt, für welches, aufgrund der niedrigen Flanke, der Einsatz von mikrostrukturierter Folie uninteressant ist. Ein leistungsorientierter Radsportler fährt durchschnittlich [REDACTED] Rennen pro Jahr. Bei einer Renndauer von [REDACTED] Stunden ergibt das eine Einsatzzeit von [REDACTED] Stunden im Jahr. Es kann davon ausgegangen werden, dass auch bei manchen Trainings und am Tag vor einem Rennen mit Leichtlaufrädern gefahren wird, daher wird eine Einsatzzeit von [REDACTED] Stunden je Jahr angenommen. Es wird eine Haltbarkeit von [REDACTED] Saisonen gefordert, was einer Einsatzzeit von [REDACTED] Stunden entspricht.^{159 160}

Als wichtigstes Kriterium wird von [REDACTED] der Nachweis einer effektiven Leistungssteigerung, bei einer Anströmgeschwindigkeit von [REDACTED], durch den Einsatz der Mikrostrukturen gefordert. Dabei wird erwähnt, dass Windkanaltests für dieses Produkt unter Umständen nicht aussagekräftig sind, da im Windkanal unter Laborbedingungen (keine äußeren Einflüsse wie z.B. Seitenwind) gearbeitet wird.^{161 162}

¹⁵⁷Interview mit Gerald Possarnig, am 5.3.2010

¹⁵⁸Interview mit Gerald Possarnig, am 5.3.2010

¹⁵⁹Interview mit Gerald Possarnig, am 5.3.2010

¹⁶⁰Interview mit Markus Götz, am 20.3.2010

¹⁶¹Vgl. [REDACTED]

(22.3.2010)

¹⁶²Interview mit Gerald Possarnig, am 5.3.2010

5.3.2 Marktvolumen

Mit Keramikugellagern ist eine Leistungssteigerung von [REDACTED] Watt zu erreichen. Diese werden am Markt mit [REDACTED] angeboten.¹⁶³ Aus den CFD-Berechnungen ergibt sich eine Leistungssteigerung von [REDACTED] Watt pro beklebtem Laufrad ([REDACTED] Watt bei zwei Laufrädern).¹⁶⁴ Rechnet man mit einer Fläche von [REDACTED] je Laufrad so ergibt sich für einen kompletten Satz ein theoretischer Preis rund [REDACTED], was einem Quadratmeterpreis von [REDACTED] entspricht.

Für den deutschsprachigen Markt kann lt. Schätzungen von [REDACTED] damit gerechnet werden, das [REDACTED] neue Fahrräder pro Jahr gekauft werden. Davon sind ca. [REDACTED] der High-End Rennräder für welche auch ein Carbonlaufradsatz gekauft wird. Rechnet man mit dem kleineren Wert so ergibt dies 85.000 Räder in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Je Rad können zwei Felgen beklebt werden, dies ergibt ein Marktvolumen von [REDACTED]. Xentis hält einen Marktanteil von [REDACTED], was [REDACTED] entspricht. Rechnet man auch noch die BeNeLux-Länder, Italien, Frankreich und Spanien mit je [REDACTED] Neukäufen ein so ergibt sich für diese Länder ein Marktvolumen von [REDACTED] und für den Marktanteil an [REDACTED] - Laufrädern [REDACTED].¹⁶⁵

Land	Anzahl der Neuverkäufe pro Jahr
Deutschland	
BeNeLux	
Italien	
Frankreich	
Österreich und Schweiz	
Spanien	
Gesamt	

Tabelle 5.6: Aufstellung der gesamten Neuverkäufe

Quelle: [REDACTED]

¹⁶³Vgl. [REDACTED]

(22.3.2010)

¹⁶⁴Interview mit Peter Leitl, am 8.3.2010

¹⁶⁵Interview mit Gerald Possarnig, am 5.3.2010

5.4 Aerohelme

Aerohelme sind schmale, in Strömungsrichtung aerodynamisch optimal geformte Helme. Diese werden von Radsportlern auf Zeitfahrrädern und im Triathlon eingesetzt. Der Aerohelm steht im Bezug auf optimaler Aerodynamik nach der Sitzposition an zweiter Stelle. Im Testzentrum von Endless-Sports GmbH konnte, je nach Modell, eine Verbesserung des Lufwiderstandes von 0-7% nachgewiesen werden.¹⁶⁶

Interessant ist dieser Markt vor allem deshalb, weil eine *Business-to-Customer* Handelsbeziehung aufgebaut werden kann, d.h. der Kunde kann die Folie kaufen und seinen Aerohelm direkt selbst bekleben.



Abbildung 5.10: Aerohelm

Quelle: [REDACTED]

Dass gerade der Markt der Sportler interessant ist zeigt die Entwicklung in den letzten 10 Jahren. Wurden in Deutschland im Jahr 2000 noch 14.979 Lizenzen gelöst, so stieg diese Zahl bis zum 6.4.2010 um über 65% auf 22.555 Lizenznehmer.¹⁶⁷

¹⁶⁶Vgl. Schachner (2008), S. 3 ff.

¹⁶⁷Interview mit Clarissa Sagerer-Schlockermann, am 12.4.2010

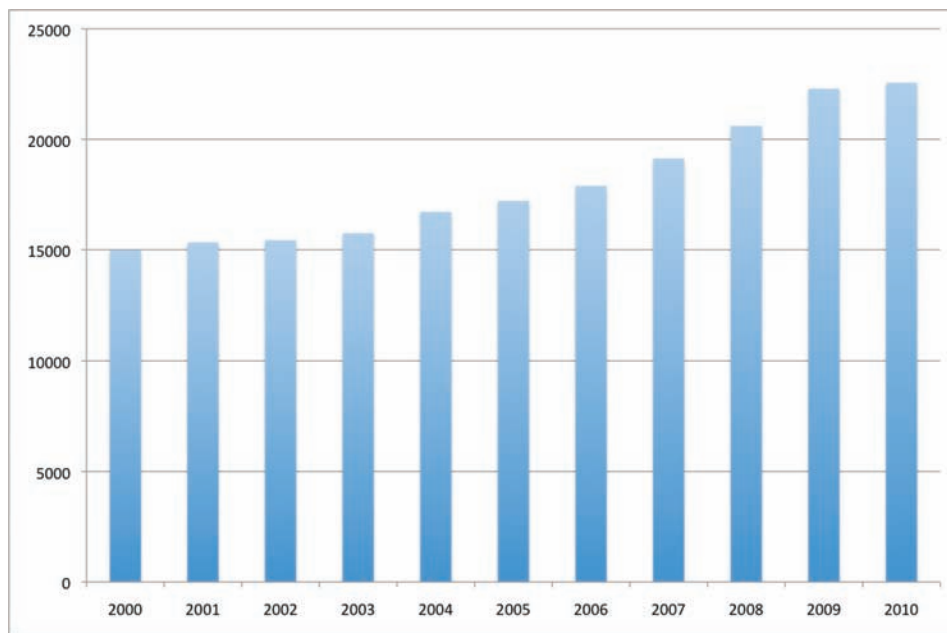


Abbildung 5.11: Entwicklung des Triathlonsportes in Deutschland

Quelle: Deutsche Triathlon Union (2010)

5.4.1 Markteintrittsbarrieren und technische Herausforderungen

Wie im Laufradmarkt wird als größte Markteintrittsbarriere der Nachweis einer effektiven Leistungssteigerung durch die Folie genannt. Dies kann relativ einfach durch Windkanaltests nachgewiesen werden, da diese für den Aerohelm sehr aussagekräftig sind. Des Weiteren darf auch beim Aerohelm die Folie nicht unter UV-belastung (Sonnenlicht) ausbleichen und es wird wie bei den Laufrädern eine Dekorationsfunktion (z.B. Firmenlogo) gefordert.^{168 169}

Da Aerohelm, anders wie Leichtlaufräder, auch zum Training eingesetzt werden, gibt es bezüglich der Haltbarkeit der Folie wesentlich höhere Anforderungen. Geht man von einer durchschnittlichen Trainingszeit eines Leistungssportlers von ■■■ Stunden pro Woche, bei ■■■ Wochen Radtraining im Jahr aus, so ergibt sich eine Einsatzzeit von ■■■ Stunden im Jahr. Die Folie sollte wie auf den Leichtlaufrädern ■■■ Saisonen halten, was einer Einsatzzeit von ■■■ Stunden entspricht. Als Anströmgeschwindigkeit sind dabei ■■■ zu nennen.¹⁷⁰

¹⁶⁸Vgl. Interview mit Endless Sports, am 26.3.2010

¹⁶⁹Interview mit Markus Götz, am 6.4.2010

¹⁷⁰Interview mit Markus Götz, am 6.4.2010

5.4.2 Marktvolumen

Gemäß Endless-Sports GmbH besitzt jeder Triathlet und Zeitfahrer einen Aerohelm. Um das Marktvolumen für die Aerohelme zu bestimmen wird deshalb die Anzahl der Lizenznehmer für den Triathlonsport und den Radsport herangezogen.¹⁷¹

In Tabelle 5.7 ist die Anzahl der Lizenznehmer für den Straßenradsport im deutschsprachigen Raum angeführt. Dabei wurden die Zahlen der letzten drei Jahre herangezogen und ein Durchschnittswert berechnet.

Österreich	
Deutschland	
Schweiz	

Tabelle 5.7: Anzahl der Lizenznehmer

Quellen: [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Des Weiteren wird in Tabelle 5.8 die Anzahl der Triathlonlizenznehmer für den deutschsprachigen Markt angeführt. Wobei angemerkt werden muss, dass die Anzahl der aktiven Triathleten etwas höher ist, da nicht jeder eine Lizenz erwirbt.

Österreich		Stand 18.8.2009
Deutschland		Stand 6.4.2010
Schweiz		Stand 6.4.2010

Tabelle 5.8: Anzahl der Lizenznehmer

Quellen: [REDACTED]
[REDACTED]

Ausgehend von diesen Zahlen kann damit gerechnet werden, dass es im deutschsprachigen Markt [REDACTED] Radsportler gibt, die einen Aerohelm besitzen. Pro Helm kann eine Fläche von [REDACTED] mit Folie beklebt werden, was ein Marktvolumen von [REDACTED] ergibt.

¹⁷¹Interview mit Endless Sports, am 26.3.2010

5.5 Flugzeugindustrie

Gerade in der Flugzeugindustrie ist eine Reibungsverminderung besonders interessant. Im Hinblick auf den Treibstoffverbrauch, welcher 22% der direkten Kosten ausmacht, ist ein großes Einsparungspotential gegeben. Eine Einsparung von nur ■■■■ des Treibstoffverbrauches bringt demnach eine Einsparung von ■■■■ der direkten Kosten.¹⁷²

5.5.1 Eintrittsbarrieren und technische Schwierigkeiten

Bevor der Markt der Flugzeugindustrie beliefert werden kann muss geklärt werden ob die Folie gewissen Beanspruchungen überhaupt standhält. Konkret geht es hierbei um die Widerstandsfähigkeit der Strukturen gegen mechanischen Abrieb, wie er z.B. im Flug durch Regen auftritt. Des Weiteren ist zu klären wie die Folie auf Flüssigkeiten wie sie z.B. im Winter zum Enteisen des Flugzeuges verwendet werden reagiert. Außerdem muss geprüft werden ob eine Beständigkeit gegen UV-Einstrahlung gegeben ist.¹⁷³

5.5.2 Marktentwicklung und Tendenzen

Weltweit kann seit dem Jahr 1994 eine stetige Steigerung der Verkaufszahlen festgestellt werden. Im Jahr 2008 konnte ein Rekordumsatz von 24.766,- Millionen US-\$ (3.967 verkaufte Maschinen) verzeichnet werden. 2009 ist allerdings im Vergleich zu 2008 ein Umsatzrückgang von 21,4% (5.300,- Millionen US-\$) zu erkennen (siehe Abbildung 5.13).¹⁷⁴

¹⁷²Vgl. Reneaux (2004), S. 2

¹⁷³Interview mit Peter Leitl, am 8.3.2010

¹⁷⁴Vgl. GAMA (2009), S. 15

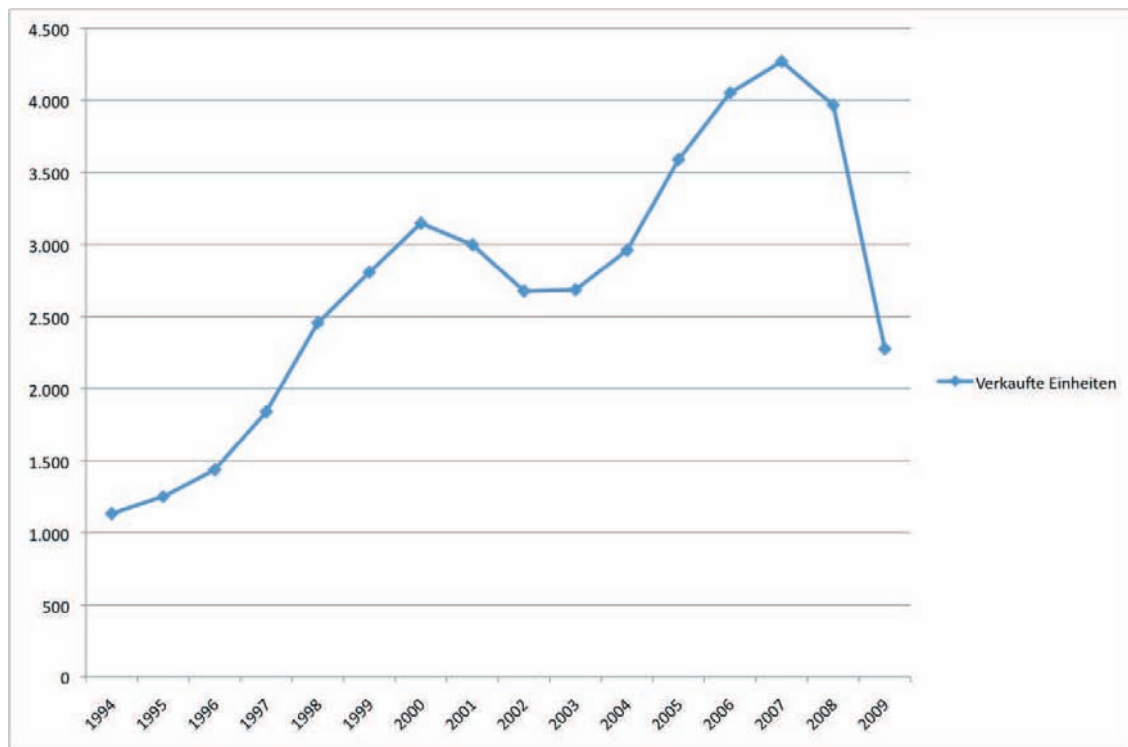


Abbildung 5.12: Anzahl der weltweit verkauften Flugzeuge
Quelle: GAMA (2009)

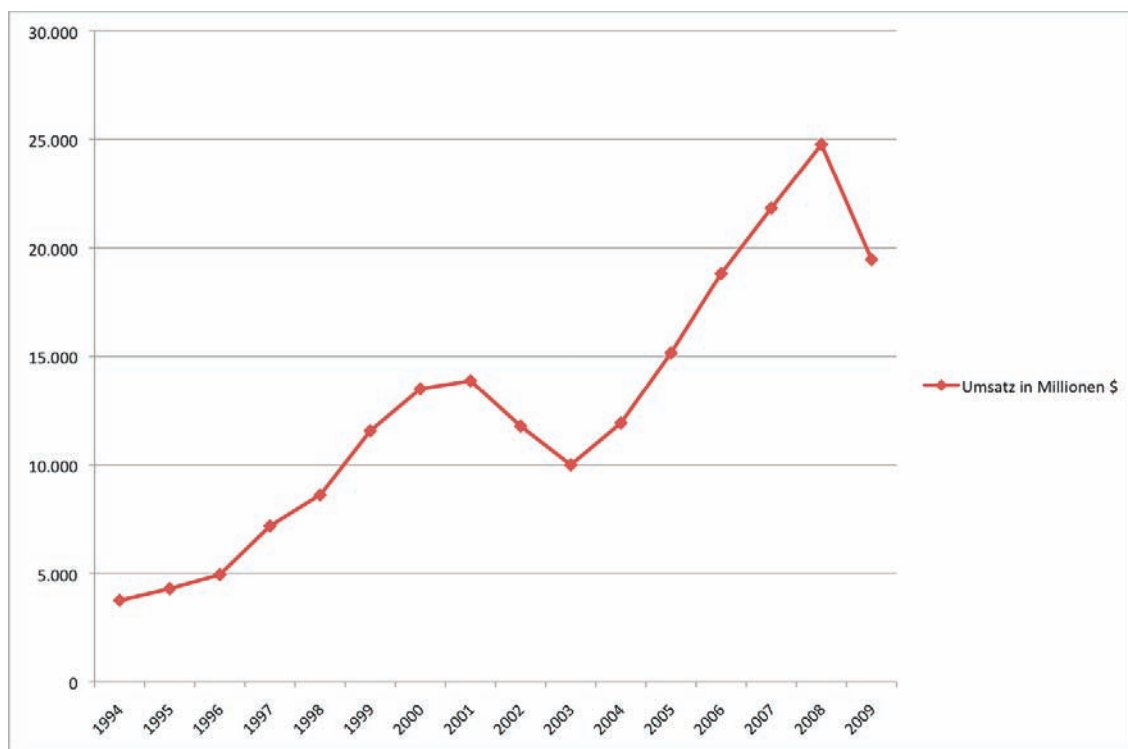


Abbildung 5.13: Weltweiter Gesamtumsatz der Flugzeughersteller
Quelle: GAMA (2009)

In Abbildung 5.12 ist der weltweite Gesamtbestand an im Einsatz befindlichen Flugzeugen der letzten Jahre zu erkennen. So waren z.B. mit 31. Dezember 2008, 234.015 Flugzeuge gemeldet. Aufbauend auf den vergangenen Jahren wird jährlich von der FAA eine Vorhersage für die nächsten Jahre erstellt. So sollen bei einem jährlichem Wachstum von 0,9 % im Jahr 2025, weltweit 275.230 Flugzeuge im Einsatz sein.¹⁷⁵

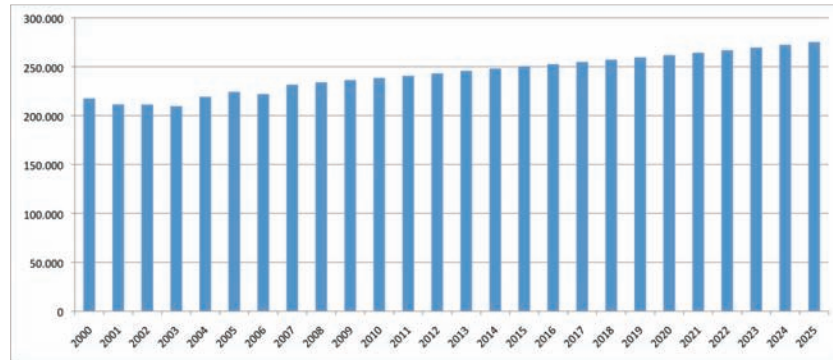


Abbildung 5.14: Weltweiter Gesamtbestand an Flugzeugen
Quelle: vgl. GAMA (2009)

5.5.3 Marktvolumen

Die Daten für den deutschsprachigen Markt der Flugzeugindustrie wurden den jeweiligen Dachverbänden entnommen (siehe 2.4.2). Dieser Markt kann in Deutschland und Österreich, in klein-, mittel-, und Großflugzeuge eingeteilt werden (siehe 2.1.4). Auf die Unterscheidung zwischen ein- und mehrmotorigen Maschinen wird hier verzichtet, da diese nicht Relevant ist.¹⁷⁶ ¹⁷⁷ Vom Schweizer Luftfahrtregister wird diese Unterscheidung nicht gemacht.¹⁷⁸

¹⁷⁵Vgl. GAMA (2009), S. 55 f.

¹⁷⁶Vgl. <http://www.aeroclub.at/register.php> (16.2.2010)

¹⁷⁷Vgl. http://www.lba.de/cln_010/nm_54148/DE/Oeffentlichkeitsarbeit/Statistiken/Statistik_Luftfahrzeuge.html (16.2.2010)

¹⁷⁸Vgl. <http://www.bazl.admin.ch/fachleute/luftfahrzeugregister/index.html?lang=de> (1.3.2010)

Kleinflugzeuge <5700 kg	mittlere Flugzeuge 5700 kg - 20000 kg	Großflugzeuge >20000 kg

Tabelle 5.9: Flugzeuge in Österreich, Stand: 31.1.2010

Quelle: [REDACTED]

Kleinflugzeuge <5700 kg	mittlere Flugzeuge 5700 kg - 20000 kg	Großflugzeuge >20000 kg
7582	274	*

Tabelle 5.10: Flugzeuge in Deutschland, Stand: 31.12.2009

Quelle: [REDACTED]

* zu den Großflugzeugen konnte für Deutschland keine Statistik gefunden werden.

Für die Schweiz ist lediglich eine gesamte Auflistung aller registrierten Flugzeuge erhältlich. Im Luftfahrzeugregister sind hier mit 31.12.2008, [REDACTED] Flächenflugzeuge (excl. Segelflugzeuge, Hängegleiter und Motorsegler) registriert.¹⁷⁹

Da die Kleinflugzeuge (inkl. Motorsegler) den Einstiegsmarkt darstellen, wird diese Kategorie für die Bestimmung des Marktvolumens genauer betrachtet. Um die durchschnittlich beklebbare Fläche zu ermitteln werden die technischen Daten von zwei Flugzeugen im unteren und oberen Gewichtsbereich betrachtet.

DA42 Twin Star

Die DA42 Twin Star ist ein Kleinflugzeug (maximales Abfluggewicht 1.785 kg) welches vom internationalen Hersteller Diamond Aircraft Industries gebaut wird. In der Produktionsstätten in Wiener Neustadt befindet sich die Zentrale und Entwicklungsabteilung der Unternehmung. Da diese Maschine wahlweise mit Diesel oder JetA1 Treibstoff betrieben werden kann, wird als Treibstoffpreis der durchschnittliche Dieselpreis für Österreich (1,08€) vom 22.3.2010 herangezogen.^{180 181}

¹⁷⁹Vgl. [REDACTED]

¹⁸⁰Vgl. http://diamond-air.at/fileadmin/uploads/files/productfacts/da42_twin_star/folder_da42_twin_star_d.pdf (22.3.2010)

¹⁸¹Vgl. <http://www.weiterhilfe.de/benzin/diesel.php> (22.3.2010)

durchschnittliche Klebefläche		m^2
Folienpreis		€/m ²
Gesamt		€
Treibstoffverbrauch		l/h
Treibstoffpreis		l/€
Reichweite		km
4% Einsparungspotential		l/€
Reichweite inkl. Einsparung		km

Tabelle 5.11: Technische Daten - Diamond DA42 TDI Twin Star

Quellen: www.diamond-air.at (22.3.2009)
www.weiterhilfe.de/benzin/diesel.php (22.3.2009)

In Tabelle 5.11 ist das minimale Einsparungspotential, welches durch eine Beklebung mit mikrostrukturierter Folie erreicht werden kann angeführt. Außerdem ist auch die durchschnittlich beklebbare Fläche, welche sich aus Flügel- und Rumpffläche ergibt, angegeben.



Abbildung 5.15: Diamond DA 42 Twin Star

Quelle: www.diamond-air.at (22.3.2010)

Cessna Citation CJ1+

Die Citation CJ1+ ist ein Kleinflugzeug (maximales Abfluggewicht 4.853 kg) welches vom internationalen Hersteller Cessna gebaut wird. Cessna ist einer der ältesten Flugzeughersteller weltweit, das erste Flugzeug wurde bereits 1927 gebaut. Mittlerweile ist die Unternehmung der führende Anbieter im Bereich Klein- und Mittelflugzeuge für Geschäftskunden. Das Headquater von Cessna ist in Wichita im US-Bundestaat Kansas

beheimatet.¹⁸²

durchschnittliche Klebefläche		m^2
Folienpreis		€/m ²
Gesamt		€
Kosten pro Meile		\$/mile
Kosten pro Kilometer (in €*)		€/km
Reichweite		km
4% Einsparungspotential		€/km
Reichweite inkl. Einsparung		km

Tabelle 5.12: Technische Daten - Cessna Citation CJ1+
Quellen: www.cessna.com (22.3.2009)

*Wechselkurs vom 23.3.2010

In Tabelle 5.12 ist das minimale Einsparungspotential, welches durch eine Beklebung mit mikrostrukturierter Folie erreicht werden kann angeführt. Außerdem ist auch die durchschnittlich beklebbare Fläche, welche sich aus Flügel- und Rumpffläche ergibt, angegeben.



Abbildung 5.16: Diamond DA 42 Twin Star
Quelle: www.jobwerx.com (23.3.2010)

Mit dem Mittelwert aus beiden Fliegern [REDACTED] und den gesamten Kleinflugzeugen für den deutschsprachigen Markt ([REDACTED] Flugzeuge mit Abfluggewicht <5.700kg), ergibt sich ein Marktvolumen von [REDACTED] an beklebbarer Fläche.

¹⁸²Vgl. <http://www.cessna.com/about-cessna.html>, Abfrage vom 23.3.2010

5.5.4 US amerikanischer Markt

Nach einem Interview mit Sabine Schubert-Lee von der Außendhandelsstelle Los Angeles der WKO können neben dem deutschsprachigen auch Zahlen für den US amerikanischen Markt generiert werden.

2009 war eines der wirtschaftlich schwächsten Jahre das die Flugzeugindustrie je verzeichnet hat. Wurden im Jahr 2008 noch 3.079 Flugzeuge gefertigt, so ging diese Zahl 2009 um 48,5% auf 1.597 zurück. Tabelle 5.13 zeigt eine Gesamtübersicht der aktiven Flugzeuge in den USA.¹⁸³

Piston Engine Airplanes	
Turboprop Airplanes	
Turbojet Airplans	
Lighter-Than-Air	
Experimental	
Light Sport Aircraft	

Tabelle 5.13: Flugzeuge in den USA, Stand: 31.1.2008
Quelle: GAMA (2009), S. 30

Um das Marktvolumen für den US amerikanischen Markt zu bestimmen wird von jeder Kategorie ein Modell mit der beklebbaren Fläche angegeben.

Kategorie	Hersteller	Modell	Fläche [m ²]
Piston Engine Airplanes	American Champion	8GCBC Scout	
Turboprop Airplanes	Cessna Aircraft Company	C208 Caravan 675	
Turbojet Airplans	Cessna Aircraft Company	Citation CJ1+	

Tabelle 5.14: Beklebbare Fläche für je ein Modell
Quelle: www.americanchampionaircraft.com (30.3.2010)
www.cessna.com (22.3.2010)

Als Einstiegsmarkt werden auch hier die Kleinflugzeuge in Betracht gezogen. Mit den in Tabelle 5.13 und 5.14 angegebenen Zahlen lässt sich ein Marktvolumen von insgesamt XXXXXXXXXX an beklebbarer Fläche, für den US amerikanischen Markt bestimmen.

¹⁸³Vgl. GAMA (2009), S. 22 ff.

5.5.5 Zusammenfassende Darstellung des Flugzeugmarktes

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Flugzeugmarkt in den letzten 15 Jahren ein stetiges Wachstum verzeichnet. Für das Einstiegsmarktsegment der Kleinflugzeuge sind die Marktvolumina für die jeweiligen Regionen in Tabelle 5.15 dargestellt.

Region	Marktvolumen [m^2]
Österreich	
Deutschland	
Schweiz	
USA	

Tabelle 5.15: Marktvolumina in den betrachteten Regionen

Aufsummiert ergibt sich für den deutschsprachigen und US-amerikanischen Markt ein Marktvolumen von [REDACTED]. Von diesen betrachteten Regionen nimmt der US-amerikanische Markt mit [REDACTED] den Größten Anteil ein.

5.6 Freie Flieger

Mit der oben genannten Flugzeugindustrie werden ausschließlich motorisierte Flieger erfasst. Daneben gibt es auch noch den Markt der freien Fliegerei. Darunter sind jene Flugzeuge einzuordnen, welche sich mit natürlichem Antrieb, d.h. ohne Hilfsmotor, fortbewegen. Unter natürlichem Antrieb werden dabei z.B. thermische Aufwinde verstanden. Konkret werden in diesem Segment Segelflieger angesprochen.

5.6.1 Segelflieger

Der Segelflug wird als die Königsklasse der freien Fliegerei bezeichnet. Mit keinem Luftfahrzeug können ohne technische Hilfsmittel solche Strecken zurückgelegt werden, wie mit dem Segelflugzeug. Es ist eine Kombination aus HighTech und Kräften der Natur. Um maximale Leistung zu erreichen werden Hochleistungsmodelle bereits mit sogenannten Mückenputzergaragen (um eine Reinigung des Flügels während dem Flug zu ermöglichen) und Winglets ausgerüstet. Eine Leistungssteigerung durch mikrostrukturierte Folie ist deshalb in diesem Markt besonders interessant.^{184 185}

Um das Marktvolumen zu bestimmen ist ähnlich wie im Segment der Flugzeugindustrie in Tabelle 5.16 die Anzahl der in Deutschland, Österreich und der Schweiz zugelassenen Segelflugzeuge angeführt.

	Deutschland	Österreich	Schweiz
Anzahl Segelflugzeuge			

Tabelle 5.16: Anzahl der zugelassenen Segelflugzeuge

Quellen: www.lba.de (16.2.2010)

www.aeroclub.at (16.3.2010)

www.bazl.admin.ch (16.2.2010)

Für der beklebbaren Fläche werden zwei Flugzeugmodelle im Hochleistungssegment betrachtet betrachtet. Zum Einen die DG-808C, ein Wettkampfflugzeug vom deutschen

¹⁸⁴Vgl. <http://www.aeroclub.at> (29.3.2010)

¹⁸⁵Vgl. <http://www.dg-flugzeugbau.de/dg-808c-competition-d.html> (29.3.2010)

Flugzeughersteller DG, zum Anderen die SZD-54-2 PERKOZ, das doppelstizige Topmodell vom polnischen Hersteller Allstar PZL.^{186 187}

DG-808C

Die DG-808C ist das weltweit meistverkaufte eigenstartfähige Hochleistungsflugzeug. Sie sticht vor allem durch ihr geringes Gewicht von 335 kg hervor.¹⁸⁸



Abbildung 5.17: DG-808C

Quelle: www.dg-flugzeugbau.de (29.3.2010)

Aus den technischen Daten des Flugzeuges wird die beklebbare Fläche für 18 m Spannweite mit ██████ berechnet.¹⁸⁹

SZD-54-2

Die SZD-54-2 ist ein zweiseitziges Flugzeug, welches aufgrund seiner Bauweise, sowohl für Wettbewerbspiloten als auch Ausbilder und ambitionierte Kunstflieger von Interesse ist.¹⁹⁰

¹⁸⁶Vgl. <http://www.dg-flugzeugbau.de/dg-808c-competition-d.html> (29.3.2010)

¹⁸⁷Vgl. <http://www.szd.com.pl/> (29.3.2010)

¹⁸⁸Vgl. <http://www.dg-flugzeugbau.de/kurzbeschr-800-d.html> (29.3.2010)

¹⁸⁹Vgl. <http://www.dg-flugzeugbau.de/technische-daten-d.html> (29.3.2010)

¹⁹⁰Vgl. <http://www.dg-flugzeugbau.de/kurzbeschr-800-d.html>



Abbildung 5.18: Allstar SZD-54-2 PERKOZ

Quelle: www.szd.com.pl (29.3.2010)

Aus den technischen Daten des Flugzeuges wird die beklebbare Fläche für 20 m Spannweite mit \blacksquare berechnet.¹⁹¹

Gerechnet mit dem Mittelwert aus beiden Flugzeugen \blacksquare ergibt sich ein Marktvolumen für den gesamten, deutschsprachigen Segelflugmarkt, von \blacksquare an mikrostrukturierter Folie.

In den USA sind 2008 1.914 Segelflugzeuge zugelassen. Mit dem Durchschnittswert von \blacksquare Fläche je Flugzeug, ergibt sich für den US amerikanischen Markt ein Marktvolumen von \blacksquare

¹⁹¹vgl. http://www.szd.com.pl/pdf/szd-54_perkoz_doku_de.pdf (20.3.2010)

5.7 Handelsschiffe

Die Forschung gewinnt gerade in der Seefahrt zunehmend an Bedeutung. In Deutschland werden bereits jährlich 20% des Außenhandels über den Seeweg abgewickelt.¹⁹² Für die Schifffahrt wurde vom Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung (IFAM) ein Lack entwickelt der Mikrostrukturen aufweist. Im Strömungskanal konnte dabei eine Reibungsverminderung von 6% nachgewiesen werden. Der große Nachteil dieses Lackes gegenüber der Folie besteht allerdings in der Abbildungsgenauigkeit. So können z.B. die Spitzen nicht so exakt abgeformt werden wie bei der Folie. Die folgenden Ausführungen stützen sich hauptsächlich auf Herstellerangaben und Daten die aus Schifffonds gewonnen werden konnten (siehe 2.4.2).¹⁹³

5.7.1 Marktentwicklung

Weltweit sind derzeit 46.155 Handelsflotten im Einsatz. Davon fallen 3.476 Schiffe in die deutsche Handelsflotte, welche weltweit an zweiter Stelle steht. Abbildung 5.19 zeigt deutlich die Entwicklung der deutschen Handelsflotte in den letzten 18 Jahren.¹⁹⁴ Erst erst ab Mitte 2010 wird erwartet, das sich der Schiffmarkt wieder erholt.¹⁹⁵

192Vgl. Flottenkommando der Marine, S. 4-13

193Vgl. <http://www.konstruktionspraxis.cogel.de/themen/werkstoffe/oberflaechen/articles/236105/> (10.3.2010)

194Vgl. Flottenkommando der Marine, S. 1-10 ff.

195Vgl. <http://www.fondsdiscount.de/nachrichten/artikel/703/geschlossene-fonds/cquadrat/aktuelle-markteinschaetzung-con-cquadrat-zum-thema-quotschif.html> (10.3.2010)

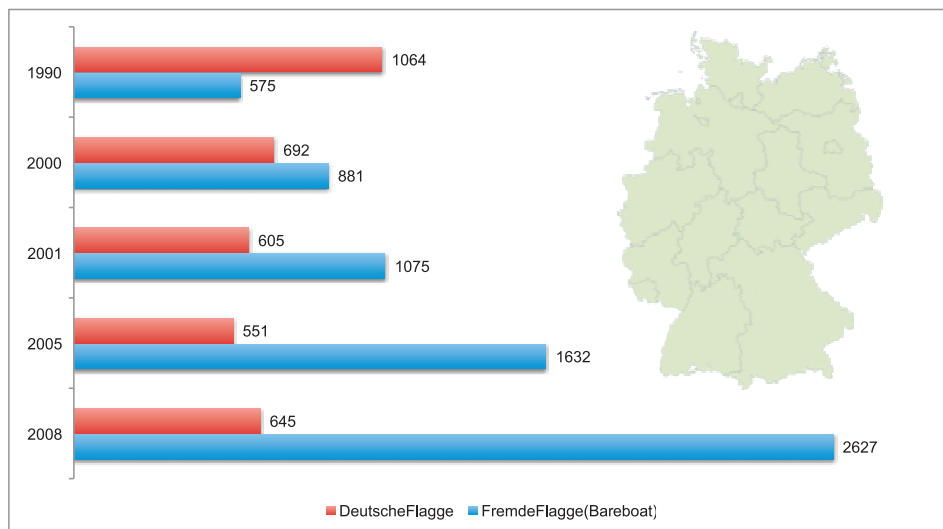


Abbildung 5.19: Entwicklung der deutschen Handelsflotte
Quelle: Flottenkommando der Marine (2009)

Bareboat Charter wird dabei als eine Art Chartervertrag definiert. Diese Schiffe verkehren nicht unter deutscher Flagge, sie werden aber von deutschen Chartergesellschaften mit allen anfallenden Betriebskosten übernommen.¹⁹⁶

Es ist ein stetiger Anstieg der Flotten zu erkennen was allerdings in den letzten zwei Jahren aufgrund der weltweiten Wirtschaftskrise etwas stagniert bzw. es ist ein leichter Rückgang im Schiffsbau eingetreten. Sind im Jahr 2008 in Deutschland noch rund 1.000 Schiffe vom Stapel gelaufen, ging diese Zahl im Jahr 2009 auf rund 200 zurück. Außerdem hatte man 2009 das Problem, dass ca. 50% der Handelsschiffe gestanden sind.¹⁹⁷

5.7.2 Markteintrittsbarrieren und technische Herausforderungen

Um den Markt der Seefahrt beliefern zu können sind einige technische Schwierigkeiten im Vorfeld zu untersuchen. So ist zu klären wie sich der Kleber der Folie im Wasser verhält. Die durchschnittliche Lebensdauer von Handelsschiffen beträgt 17 Jahre, es ist das Langzeitverhalten einer beklebten Fläche in Flüssigkeit zu klären.¹⁹⁸

¹⁹⁶Vgl. <http://www.geschlossenefonds.de/schiffs-glossar.htm> (11.3.2010)

¹⁹⁷Interview mit Walter Degen, am 5.3.2010

¹⁹⁸Vgl. <http://www.knuettgen-invest.de/Multi-Purpose-Carrier.html> (10.3.2010)

Eine Reibungsverminderung in Flüssigkeiten konnte nachgewiesen werden, es ist aber noch zu klären wie sich die Folie in verschmutzten Gewässern verhält.¹⁹⁹

5.7.3 Marktvolumen

In der Seefahrt werden die Schiffe nach Transportgut und Größe unterschieden.

Multi-Purpose-Carrier

Als Multi-Purpose-Carrier werden Mehrzweckfrachter bezeichnet. Mit ihnen können unterschiedliche Ladungen transportiert werden. Sie werden eingesetzt, wenn die Ladung mit einem der unten genannten Spezialschiffe wirtschaftlich nicht mehr möglich ist. Der große Vorteil von Multi-Purpose-Carriern liegt darin, dass mit ihnen, wegen ihrem vielfältigen Einsatzmöglichkeiten, Leerfahrten vermieden werden können.²⁰⁰

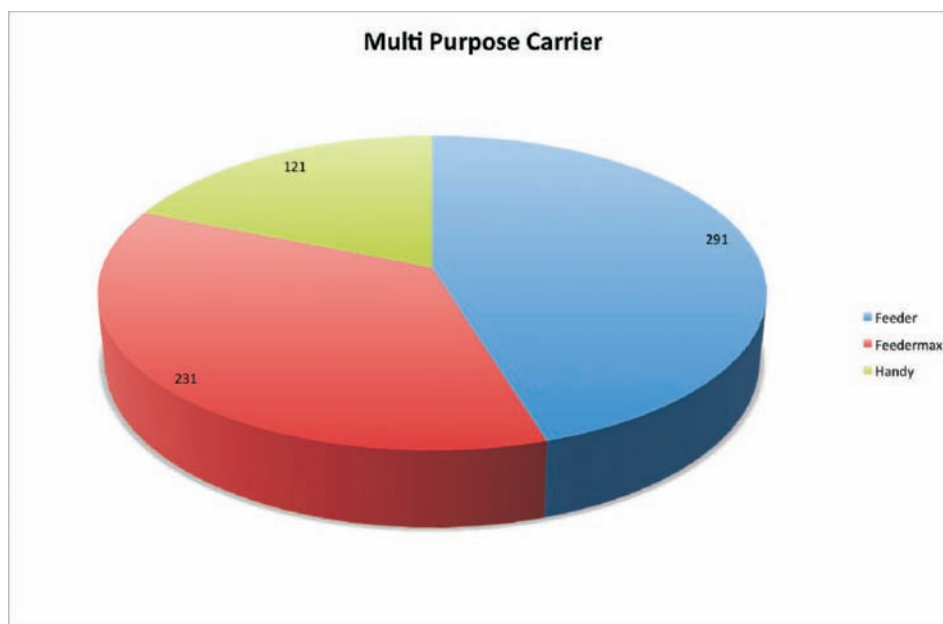


Abbildung 5.20: Kennzahlen der Mehrzweckfrachter
Quelle: vgl. Maritime facts 1. Halbjahr 2009

¹⁹⁹Vgl. <http://www.konstruktionspraxis.cogel.de/themen/werkstoffe/oberflaechen/articles/236105/> (10.3.2010)

²⁰⁰Vgl. <http://www.knuettgen-invest.de/Multi-Purpose-Carrier.html> (10.3.2010)

Derzeit sind in Deutschland 643 Mehrzweckfrachter im Einsatz. In Abbildung 5.20 ist zu erkennen, wie viele Schiffe es in der jeweiligen Größe gibt. Dabei Stellen die kleinsten Schiffe, die Feeder mit bis zu 500 TEU, den größten Anteil von 291. Der Begriff TEU bedeutet dabei *Twenty-foot Equivalent Unit* und stellt ein Maß für die Ladekapazität dar. Konkret ist das Normmaß eines 20-Fuß-Containers (6,10m Länge, 2,60m Breite und 2,44m Höhe) gemeint. Schiffe mit einer Ladekapazität von 100 - 1000 TEU werden als Feedermax und über 1000 TEU als Handy bezeichnet.²⁰¹

Die durchschnittliche Fläche die beklebt werden kann wurde aus den technischen Daten eines Schiffes für die jeweilige Größe entnommen. Diese sind in Tabelle 5.17 abgebildet.

	Feeder	Feedermax	Handy
Kapazität [TEU]			
Länge [m]			
Breite [m]			
Tiefgang [m]			
beklebbare Fläche [m ²]			

Tabelle 5.17: Technische Daten - Mehrzweckschiffe

Quellen: www.sietas-wert.de (12.3.2009)

www.containerhandbuch.de (12.3.2009)

Für den Bereich der Feeder wurde dafür ein durchschnittliches Containerschiff (BJ 1989), welches für den karibischen Containerhandel im Einsatz ist, herangezogen.²⁰²

Die Daten für den Feedermax und die Handysize kommen von der Schiffswerft J.J. Sietas welche in Hamburg angesiedelt ist. Dabei werden die Typen 174a als Feedermax und 178 als Handysize herangezogen.²⁰³

Bulk Carrier

Mit Bulk Carriern werden vorwiegend Massengüter (Schüttgüter) wie z.B. Erz, Kohle, Getreide usw. transportiert. Der Bulk Carrier ist das wirtschaftlich sinnvollste Trans-

²⁰¹Vgl. Flottenkommando der Marine, S. 4-13

²⁰²Vgl. http://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/index.html?chb_e/stra/stra_01_02_01_02.html (12.3.2010)

²⁰³Vgl. <http://www.sietas-werft.de/index.php?hid=1&id=460> (12.3.2010)

portmittel um Schüttgüter auf dem Seeweg zu transportieren.²⁰⁴

Sehr interessant in diesem Markt ist, dass z.B. in China die Stahlproduktion stetig voranschreitet, dieses Land aber über keine Rohstoffvorkommen verfügt. 2005 wurden 350 Mio. t Stahl produziert, was einem Eisenerzverbrauch von 42% des weltweiten Exportes entspricht. Zwischen 2000 und 2005 ist ein Anstieg des Bulkermarktes von unter 2 Mrd. t beförderter Güter pro Jahr auf 2,5 Mrd. t zu verzeichnen.²⁰⁵

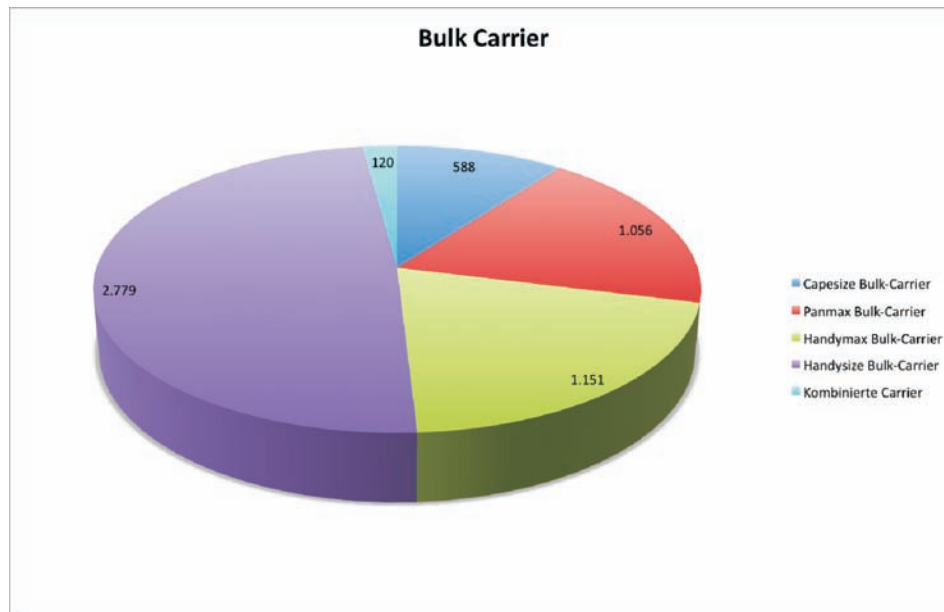


Abbildung 5.21: Kennzahlen der Bulkercarrier
Quelle: vgl. www.knuettingen-invest.de (10.3.2010)

Zur Zeit sind 5.694 Bulk Carrier im Einsatz. In Abbildung 5.21 ist zu erkennen, wie viele Schiffe es für die jeweilige Größe gibt. Das entsprechende Ladevermögen für die jeweilige Größenordnung ist aus Tabelle 5.19 zu entnehmen. Die Abkürzung tdw steht dabei für "*tons deadweight*" und gibt Auskunft über die Gesamttragfähigkeit inkl. Betriebslasten eines Schiffes.²⁰⁶

²⁰⁴Vgl. <http://www.knuettgen-invest.de/Bulkcarrier.html> (10.3.2010)

²⁰⁵Vgl. FHH-Marktreport (2006), S. 60 f.

²⁰⁶Vgl. Vahrenkamp (2005), S. 316

Bezeichnung	Transprotvolumen [tdw]
Capesize	>80.000
Panmax	60.000-80.000
Handymax	40.000-60.000
Handysize	20.000-40.000
Kombinierte Carrier	>10.000

Tabelle 5.18: Transportvolumen - Bulkcarrier
 Quellen: www.knuettingen-invest.de (15.3.2009)

Um die durchschnittlich beklebbare Fläche zu ermitteln werden wiederum die technischen Daten eines Schiffes herangezogen.

	Länge [m]	Breite [m]	Tiefgang [m]	Fläche [m ²]
Capesize				
Panmax				
Handymax				
Handysize				
Kombinierte Carrier*				

Tabelle 5.19: Technische Daten - Bulkcarrier
 Quellen: www.meta-evolutions.de (15.3.2009)

*Mit kombinierten Carriern können sowohl Flüssigkeiten als auch Schüttgüter befördert werden. Es konnten für diese Schiffe keine technischen Daten gefunden werden. Aufgrund des Ladevolumens wurden Vergleichswerte herangezogen.

Schwergutschiffe

Auf Schwergutschiffen werden vorwiegend sperrige Teile wie z.B. industrielle Maschinenteile, welche auf dem Landweg nur unter größtem Aufwand transportiert werden können, geladen.²⁰⁷ Solche Schiffe sind mit entsprechenden Lastkränen ausgerüstet und können Lasten von bis zu 900 Tonnen aufnehmen.²⁰⁸

²⁰⁷Vgl. <http://www.knuettgen-invest.de/Schwergutschiffe.html> (10.3.2010)

²⁰⁸Vgl. Weitkamp (2007), S. 1

Gerade im Markt der Schwergutschifffahrt ist, aufgrund der Globalisierung, in den letzten Jahren ein regelrechter Boom zu erkennen welcher auch in den nächsten Jahren anhalten dürfte. Mit der Windkraft und Kraftwerksbauten mit Gas- und Dampfturbinen seien hier nur zwei mögliche Beispiele für die zu transportierenden Anlagen angeführt. Um ein Schwergutschiff wirtschaftlich betreiben zu können ist eine Nutzungsdauer von mindestens 25 Jahren erforderlich.²⁰⁹

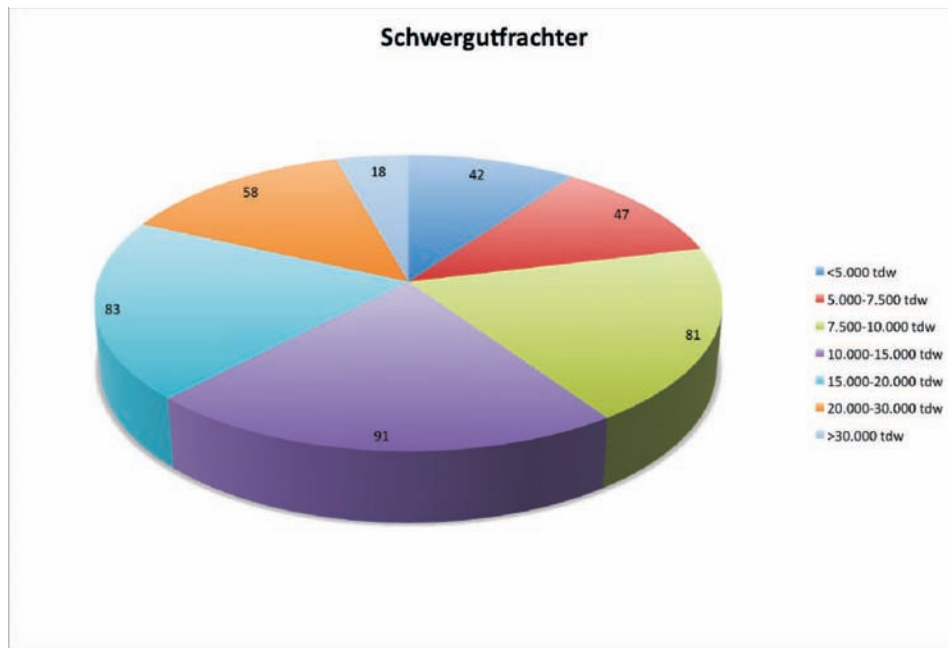


Abbildung 5.22: Kennzahlen der Schwergutfrachter
Quelle: vgl. Weitkamp (2007)

Zur Zeit sind 420 Schwergutfrachter im Einsatz. In Abbildung 5.22 ist zu erkennen, wie viele Schiffe es für die jeweilige Größenordnung gibt.

Um die aus den technischen Daten die beklebbare Fläche zu ermitteln wird von verschiedenen Herstellern ein Modell in der jeweiligen Größenordnung zu Grunde gelegt. In Tabelle 5.20 sind die jeweiligen Modelle mit ihren Herstellern verzeichnet.

²⁰⁹Vgl. Weitkampf (2007), S. 2 f.

Größe [tdw]	Hersteller	Schiffstyp	Quelle
<5.000	Jumbo	Fairload	www.jumboshipping.nl
5.000-7.500	Jumbo	Vision	www.jumboshipping.nl
7.500-10.000	SAL	161B	www.sal-shipping.com
10.000-15.000	SAL	183	www.sal-shipping.com
15.000-20.000	Beluga	P1	www.sea-academy.de
20.000-30.000	Beluga	P2-1400	www.sea-academy.de
>30.000	TBS	Rockaway Belle	www.tbsship.com

Tabelle 5.20: Schwergutfrachtertypen
 Quellen: www.jumboshipping.nl (15.3.2009)
 www.sal-shipping.com (15.3.2009)
 www.sea-academy.de (15.3.2009)
 www.tbsship.com (15.3.2009)

In Tabelle 5.21 sind die technischen Daten des jeweiligen Modells angeführt. Des Weiteren ist die jeweilig beklebbare Fläche angeführt.

Typ	Länge [m]	Breite [m]	Tiefgang [m]	Fläche [m ²]
Fairload				
Vision				
161B				
183				
P1				
P2-1400				
Rockaway Belle				

Tabelle 5.21: Technische Daten - Schwergutschiffe
 Quellen: www.jumboshipping.nl (15.3.2009)
 www.sal-shipping.com (15.3.2009)
 www.sea-academy.de (15.3.2009)
 www.tbsship.com (15.3.2009)

Öltanker

Trotz intensiver Bemühungen alternative Energieträger zu forcieren steigt der Verbrauch von Erdöl kontinuierlich an. Es ist zu erwarten, dass sich die Erdölproduktion bis zum Jahr 2020 verdoppeln wird. Die wirtschaftlichste Möglichkeit Erdöl zu transportieren ist nach wie vor noch der Seeweg. So betrug die Erdölbeförderung z.B. im Jahr 2000 40% des gesamten maritimen Transport. Die durchschnittliche Lebensdauer von Tankern liegt

bei 13,8 Jahren.²¹⁰

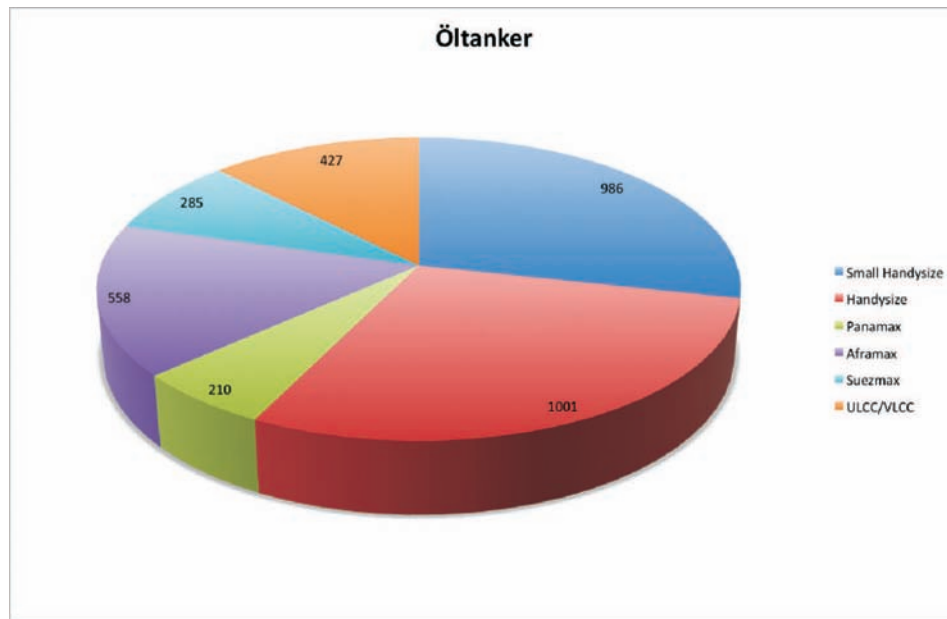


Abbildung 5.23: Kennzahlen der Öltanker
Quelle: vgl. www.knuettingen-invest.de (10.3.2010)

Derzeit sind in Deutschland 3467 Öltanker im Einsatz. In Abbildung 5.23 ist zu erkennen, wie viele Schiffe es in der jeweiligen Größenordnung gibt.

In Tabelle 5.22 ist für jede Größe das Modell angeführt, das für die Berechnung der beklebbaren Fläche herangezogen wird.

²¹⁰Vgl. <http://www.knuettgen-invest.de/Oeltanker.html> (16.3.2010)

Größenklasse	[tdw]	Bezeichnung	Betreiber
Small Handysize	10.000-29.999	GL100A5E	Wappen Reederei
Handysize	30.000-59.999	PC1	General Dynamics
Panamax	60.000-79.999	HUL 463 DATA	Brodosplit
Aframax	80.000-119.999	British Merlin	BP Amoco Shipping
Suezmax	120.000-199.999	Cap Theodora	Samsung Heavy Industries
ULCC/VLCC	>200.000	TI Creation	Daewoo Heavy Industries

Tabelle 5.22: SchwergutfrachtertypenQuellen: www.euronav.com (16.3.2009)www.nassco.com (16.3.2009)www.gemo-netz.de (16.3.2009)www.brodosplit.hr (16.3.2009)www.wappen-reederei.de (16.3.2010)

In Tabelle 5.23 sind die technischen Daten des jeweiligen Modells angeführt. Des Weiteren ist die jeweilig beklebbare Fläche angeführt.

Typ	Länge [m]	Breite [m]	Tiefgang [m]	Fläche [m ²]
GL100A5E				
PC1				
HUL 453 DATA				
British Merlin				
Cap Theodora				
TI Creation				

Tabelle 5.23: Technische Daten - ÖltankerQuellen: www.euronav.com (16.3.2009)www.nassco.com (16.3.2009)www.gemo-netz.de (16.3.2009)www.brodosplit.hr (16.3.2009)www.wappen-reederei.de (16.3.2010)

Neben den Öltankern werden, je nach Bauweise zur Beförderung von z.B. Benzin, Chemikalien, Kerosin oder auch tierische bzw. pflanzliche Öle Produkten- und Chemikali- entanker eingesetzt. Diese unterscheiden sich von Öltankern nur im Aufbau der Tanks. Äußerlich können die selben Werte wie die der Öltanker herangezogen werden.^{211 212}

211Vgl. <http://www.knuettgen-invest.de/Produktentanker.html> (16.3.2010)212Vgl. <http://www.contempo-i.de/Produktentanker.htm> (16.3.2010)

Kreuzfahrtschiffe

Im Segment der Kreuzfahrtschiffe wurden 2008 in Deutschland 95 Schiffe abgeliefert. Wobei den deutschen Werften ein Marktanteil von 22% zugesprochen wird. Als Marktführer ist Italien mit 32,9% zu nennen.²¹³ Weltweit sind derzeit 230 Kreuzfahrtschiffe im Einsatz. Es ist eine eindeutige Tendenz zu immer größeren Schiffen zu erkennen und es wird davon ausgegangen, dass sich die Anzahl der Kreuzfahrtschiffe bis 2020 verdoppeln wird.²¹⁴

Um die zu beklebende Fläche für Passagierschiffe zu ermitteln wird die *AIDAluna*, ein 2009 gebautes, mittelgroßes Kreuzfahrtschiff (69.200 BRZ) herangezogen. Wobei die Abkürzung BRZ für Bruttoreaumzahl und ist ein Maß für den gesamten umbauten Raum eines Schiffes.²¹⁵ In Tabelle 5.24 sind die relevanten Daten angeführt.

Länge [m]	Breite [m]	Tiefgang [m]	Fläche [m ²]

Tabelle 5.24: Technische Daten - AIDAluna
Quellen: www.aida.de (16.3.2009)

5.7.4 Zusammenfassende Darstellung des Schiffmarktes

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Markt der Handelsschiffe in den letzten 20 Jahren ein stetiges Wachstum verzeichnet. Für den Markt der Handelsschiffe sind die weltweiten Marktvolumina für die jeweilige Bauart in Tabelle 5.25 dargestellt.

²¹³Vgl. Flottenkommando der Marine, S. 5-7

²¹⁴Vgl. <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/passenger-cruise.htm> (16.3.2010)

²¹⁵Vgl. <http://www.7az.de/bruttoreaumzahl-brz-ersetzte-bruttoregistertonne.html> (16.3.2010)

Region	Marktvolumen [m^2]
Multi-Purpose-Carrier	
Bulk Carrier	
Schergutschiffe	
Öltanker	
Kreuzfahrtschiffe	

Tabelle 5.25: Marktvolumina in den betrachteten Regionen

Für den Markt der Handelsschiffe ergibt sich aufgerechnet ein Marktvolumen von insgesamt [REDACTED] an Fläche, die mit mikrostrukturierter Folie beklebt werden kann. Von diesen betrachteten Bauarten nehmen die Öltanker mit [REDACTED] den Größten Anteil ein.

5.8 Surfbretter

In der Surfszene gibt es den Bereich der Speedsurfer, welche als *Formel 1 der windbetriebenen Wasserfahrzeuge* bezeichnet werden. Hierbei gibt es Wettbewerbe bei denen es darum geht einen entsprechenden Kurs (100, 250 oder 500 Meter lang) in möglichst schnellster Zeit zu durchfahren. Es werden Geschwindigkeiten von über 60 km/h erreicht. Wie im Radsportmarkt gibt es hier sehr viele Individualisten, welche versuchen aus ihrem Material jedes Zehntel an Geschwindigkeit herauszuholen. Interessant ist dieser Markt vor allem deshalb, weil eine *Business-to-Customer* Handelsbeziehung aufgebaut werden kann, d.h. der Kunde kann die Folie kaufen und aufgrund der einfachen Geometrie eines Surfbrettes, dieses direkt selbst bekleben.²¹⁶

5.8.1 Marktentwicklung und Marktvolumen

Für den amerikanischen Markt konnte Frau Sabine Schubert-Lee von der WKO Außenhandelsstelle in Los Angeles interviewt werden. Aus dem Jahresbericht des Marktführers in dieser Branche wurde mit den Zahlen aus dem US amerikanischen Markt auf den weltweiten zurückgerechnet (siehe 2.4.2).

Die gesamte Surfindustrie konnte in den letzten fünf Jahren ein globales Wachstum von 10% verzeichnen. Wobei in Abbildung 5.24 zu erkennen ist, dass auch diese Branche aufgrund der Wirtschaftskrise einen leichten Rückgang (3,5% seit 2006) hinnehmen muss. Es muss erwähnt werden, dass diese Zahlen für den gesamten Surfmarkt stehen. Neben den sogenannten *Hard Goods* wie Surfbrettern, sind hier auch Kleidung und Zubehör enthalten.²¹⁷

²¹⁶Vgl. <http://www.speedwindsurfen.de/speedsurfen/> (27.3.2010)

²¹⁷Vgl. <http://www.sima.com/news-information/news-detail/id/68.aspx> (27.3.2010)

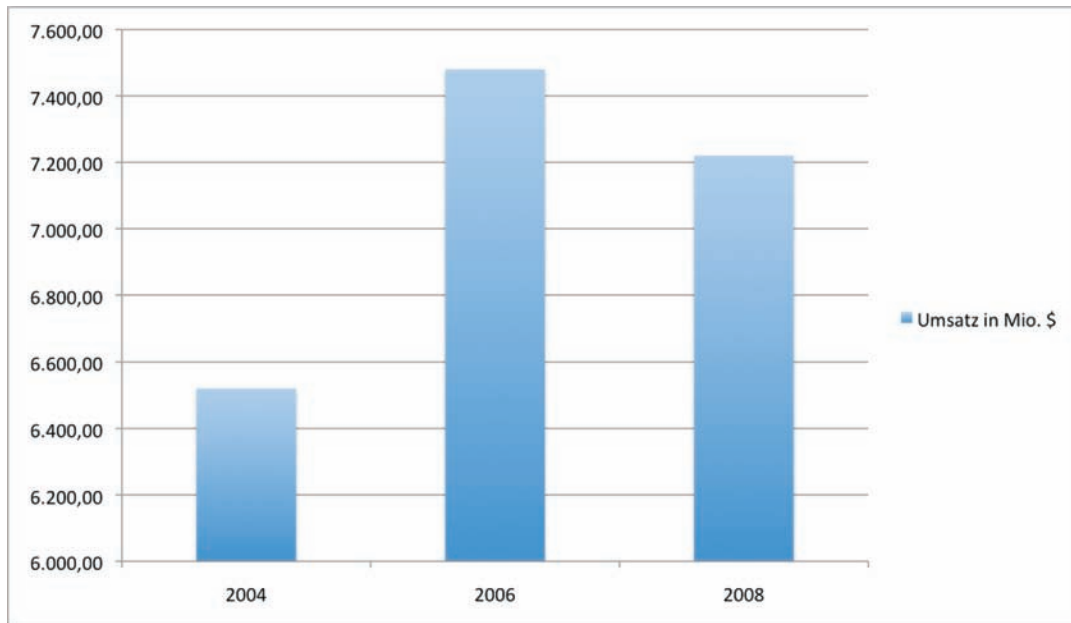


Abbildung 5.24: Umsatz der gesamten Surfindustrie

Quelle: vgl. www.sima.com

US amerikanischer Markt

In den USA wird die Anzahl der Surfer auf 2,5 Millionen geschätzt, es kann davon ausgegangen werden, dass jeder Surfer zumindest ein Brett besitzt. Mit dem Verkauf von Surfbrettern konnte man dort im Jahr 2006 einen Umsatz von 190.000.000,- US-\$ erzielen. Im Durchschnitt gibt jeder Surfer zwischen 300,- und 500,- US-\$ für ein Surfbrett aus, was bedeutet, dass rund alle 4 Jahre ein neues Surfbrett gekauft wird.²¹⁸

²¹⁸Interview mit Sabine Schubert-Lee, am 23.3.2010

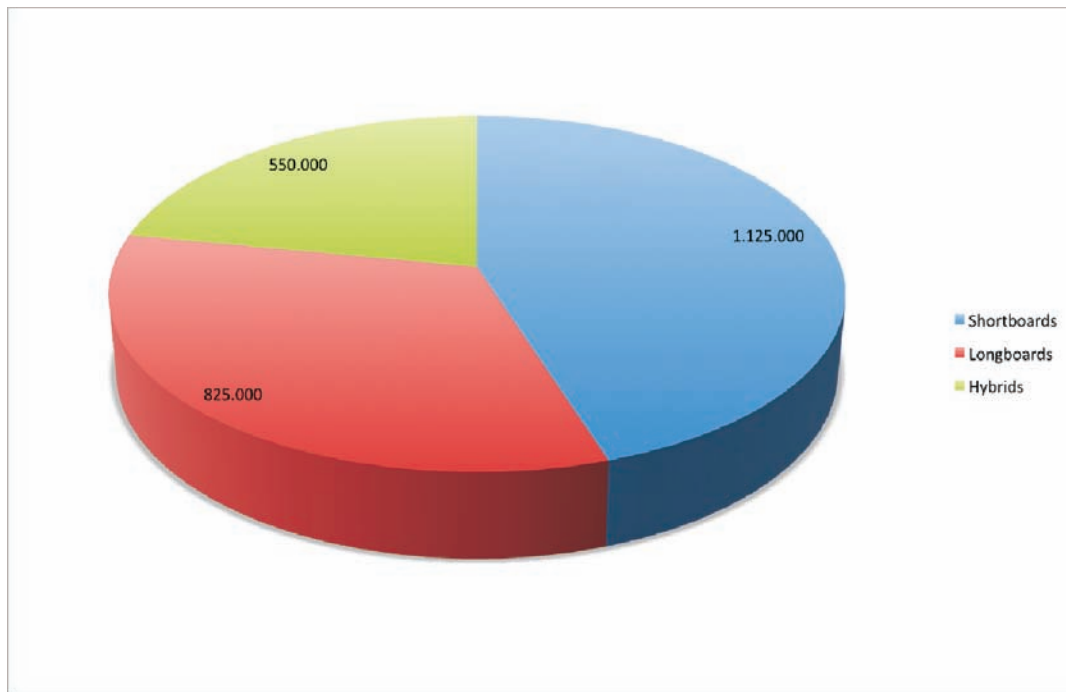


Abbildung 5.25: Aufteilung der Surfbretter
Quelle: Interview mit Sabine Schubert-Lee, am 23.3.2010

Abbildung 5.25 ist die Aufteilung der Gesamtzahl auf die jeweiligen Brettgrößen zu erkennen. Dabei nehmen die Shortboards, welche zum Wellenreiten und Kitesurfen eingesetzt werden, mit 45% den größten Anteil am Gesamtmarkt ein. Longboards sind mit 33% an zweiter und Hybridboards (Bretter zum Windsurfen) mit 22% an dritter Stelle.²¹⁹

Tabelle 5.26 zeigt die relevanten Daten für jeweils drei Boards aus der entsprechenden Kategorie.

²¹⁹Interview mit Sabine Schubert-Lee, am 23.3.2010

Hersteller	Modell	Fläche [m ²]
<i>Shortboard</i>		
Surftech	Rocket Fish	
Light	Snapper	
Surftech	Magic Fish	
<i>Longboard</i>		
Surftech	Bear Waikiki	
Surftech	Stylemaster ES	
Surftech	Performance Noce Rider	
<i>Hybrid</i>		
Starboard	Hybrid Race	
F2	Lightning	
Exocet	Pacer 300	

Tabelle 5.26: Beklebbare Fläche für Surfboards

Quellen: www.oceansurf.de (27.3.2009)

www.wellenreitshop.de (27.3.2009)

Gerechnet mit einem Durchschnittswert von [REDACTED] für Shortboards, [REDACTED] für Longboards und [REDACTED] für Hybrids, ergibt sich ein gesamtes Marktvolumen für den US-Markt von [REDACTED] an mikrostrukturierter Folie.

Weltweiter Markt

Weltweit werden in der Surfbranche ca. [REDACTED] umgesetzt. Dies zeigt, dass rund die Hälfte des Umsatzes in den USA getätigt wird. Der Umsatz des gesamten Surfmarktes (inkl. Kleidung und Zubehör) liegt bei [REDACTED]. Quiksilver hält 2009 mit 1,98 Milliarden US-\$ den größten Marktanteil (28% gerechnet mit dem größeren Wert). Im Vergleich zu 2008 musste ein Einbruch von 13% verbucht werden.²²⁰
221

Das Marktvolumen für den US amerikanischen Markt kann nun auf den weltweiten umgerechnet werden. Mit dem genauen Umrechnungsfaktor von [REDACTED] ergibt sich somit ein weltweites Marktvolumen von [REDACTED] an beklebbarer Fläche.

²²⁰Vgl. <https://www.praktika.de/firmenprofil/11122> (29.3.2010)

²²¹Vgl. http://www.quiksilverinc.com/www/site17/AnnualReports/Quiksilver_Annual_Report_2009.pdf (29.3.2010)

5.9 Werbeträger

Der Markt der Werbeträger verspricht nicht das Marktpotential um überlebensfähig zu bleiben. Warum es trotzdem interessant ist diesen zu bedienen wird im Folgenden anhand von drei Marktsegmenten geklärt.

5.9.1 RedBull AirRace

Beim RedBull AirRace geht es darum einen durch Pylonen vorgegebenen Kurs mit einem Kunstflugzeug zu absolvieren. Dabei dürfen zwischen den Pylonen gewisse Höhen nicht über- bzw. unterschritten werden und es sind dazwischen immer wieder Kunstflugmanöver zu fliegen. Ziel ist es den Kurs in möglichst schnellster Zeit zu durchfliegen, dabei können Zeitdifferenzen von einigen Tausendstelsekunden entscheidend sein.²²²

Es wurden von *Bionic Surface Technologies* bereits Testflüge mit einer Kunstflugmaschine durchgeführt, bei denen eine Leistungssteigerung von ■■■ mit dem ersten Prototyp der Folie zu verzeichnen war. Nach besserer Abstimmung des Herstellungsprozesses und besserer Qualität der Folie werden weitere Tests folgen.²²³

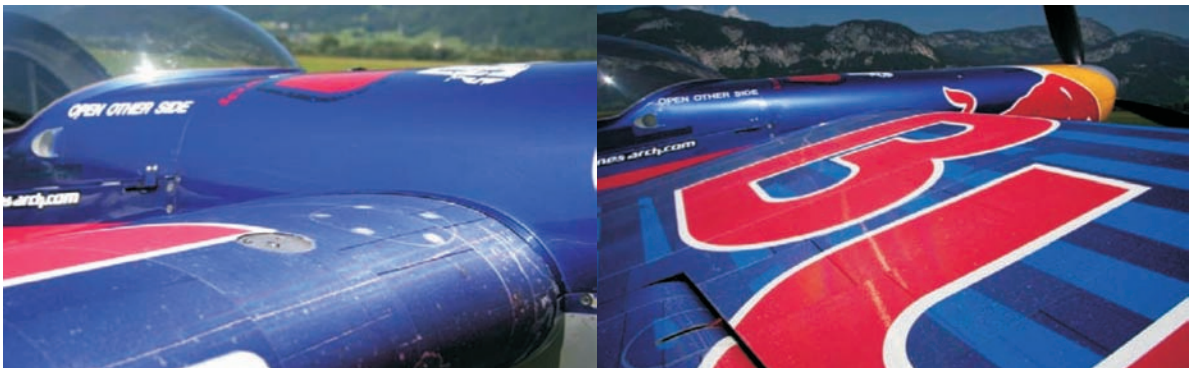


Abbildung 5.26: Mit Mikrostrukturfolie beklebter Kunstflieger
Quelle: Bionic Surface Technologies

²²²Vgl. http://www.redbullairrace.com/cs/Satellite/de_air/Table/ (23.3.2010)

²²³Interview mit Andreas Flanschger, am 8.3.2010

Eintrittsbarrieren und technische Herausforderungen

Als wesentliche Markteintrittsbarriere für diesen Markt kann das Reglement der Airrace World Series gesehen werden. Momentan ist es noch nicht Verboten durch mikrostrukturierte Oberflächen die Aerodynamik des Flugzeuges zu beeinflussen. Langfristiges Ziel muss sein, das Produkt für alle Teams zugänglich zu machen um sich durch Exklusivverträge nicht selbst aus dem Markt zu nehmen. Ähnlich wie bei den Rekordfahrzeugen wird die Folie meist nur für ein Rennen eingesetzt. Für dieses ist eine Stabilität der Strukturen bis zu einer Anströmgeschwindigkeit von [REDACTED] und unempfindlichkeit gegenüber äußeren Einflüssen, wie Sand und Regen gefordert. Des Weiteren ist es für diesen Markt wichtig, dass Sponsorlogos durch das Bekleben noch sehr gut ersichtlich sind.²²⁴

Marktvolumen

2010 starten 15 Piloten in der World Airrace Series. Es gibt zwei unterschiedliche Flugzeugtypen, die eingesetzt werden, die Zivko Edge 540 und die MXR MXS-R. In Tabelle 5.27 sind die technischen Daten für beide Flugzeugtypen angeführt.²²⁵

Zivko Edge 540			MXR MXS-R		
Länge		m	Länge		m
Flügelspannweite		m	Flügelspannweite		m
Fläche		m ²	Fläche		m ²
Maximalgeschwindigkeit		km/h	Maximalgeschwindigkeit		km/h

Tabelle 5.27: Technische Daten - Airraceflugzeuge
Quellen: www.redbullairrace.com (23.3.2010)

Für jedes Flugzeug werden [REDACTED] Folie benötigt. Bei 15 Flugzeugen entspricht das einem Marktvolumen von [REDACTED]. Wobei zu erwähnen bleibt, dass Teams während der Saison ihre Maschinen derzeit öfter neu lackieren, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass auch die Folie öfter gewechselt wird.²²⁶

²²⁴Interview mit Peter Leitl, am 8.3.2010

²²⁵Vgl. http://www.redbullairrace.com/cs/Satellite?c=RB_Article&childpagename=RedBullAirRace%2FLayout&cid=1238615272944&pagename=RedBullAirRaceWrapper (23.3.2010)

²²⁶Interview mit Peter Leitl, am 8.3.2010

Für diesen Markt ist der Einsatz der mikrostrukturierten Folien aufgrund der enormen Medienwirksamkeit sehr interessant. So wird jedes Rennen von 28 Fernsehstationen weltweit übertragen. Gemäß den Informationen des Veranstalters verfolgen jährlich über 300 Millionen Zuseher die Rennen via Fernsehen.²²⁷

5.9.2 America's Cup

Der *America's Cup* ist eine Segelregatta bei der zwei Schiffe gegeneinander antreten. Es wird immer eine Nation von einer anderen herausgefordert. Der Herausforderer bestimmt dabei den Yachttyp, der Herausgeforderte das Regattarevier.²²⁸ Der *America's Cup* wird in unregelmäßigen Abständen ausgetragen.²²⁹

Eintrittsbarrieren und technische Herausforderungen

Interessant ist dieses Marktsegment vor allem deshalb, weil durch das Regelwerk nur sehr wenige Einschränkungen in der Technik gegeben sind. So sind die Boote mit einem Gewicht von 24 Tonnen beschränkt. Die Abmaße dürfen in der Breite 4,5 Meter und in der Länge 26 Meter nicht überschreiten. Der Tiefgang ist mit 4,1 Meter beschränkt und der Segelmast darf nicht mehr als 33 Meter aus dem Schiffsdeck ragen.²³⁰

Interessant sind in erster Linie die Segel. Aufgrund des Gestaltungsspielraumes der durch die Regeln gegeben ist, wurde bereits beim Dreiundreisigsten America's Cup das Segel als Tragflügel ausgeführt. Abbildung 5.27 zeigt den Aufbau der Segel. Es ist deutlich das Tragflügelprofil zu erkennen.

227Vgl. http://www.redbullairrace.com/cs/Satellite/en_air/Article/EMMY-For-The-World-Championship-TV-Programme-021238613644062?p=1238611393596 (24.3.2010)

228Vgl. <http://www.ostsee-action.de/events/americas-cup> (9.3.2010)

229Vgl. <http://www.americascup.com/en/vontexte/depuis-1851/32-editions-23-41> (9.3.2010)

230Vgl. Notice of Race, S. 8

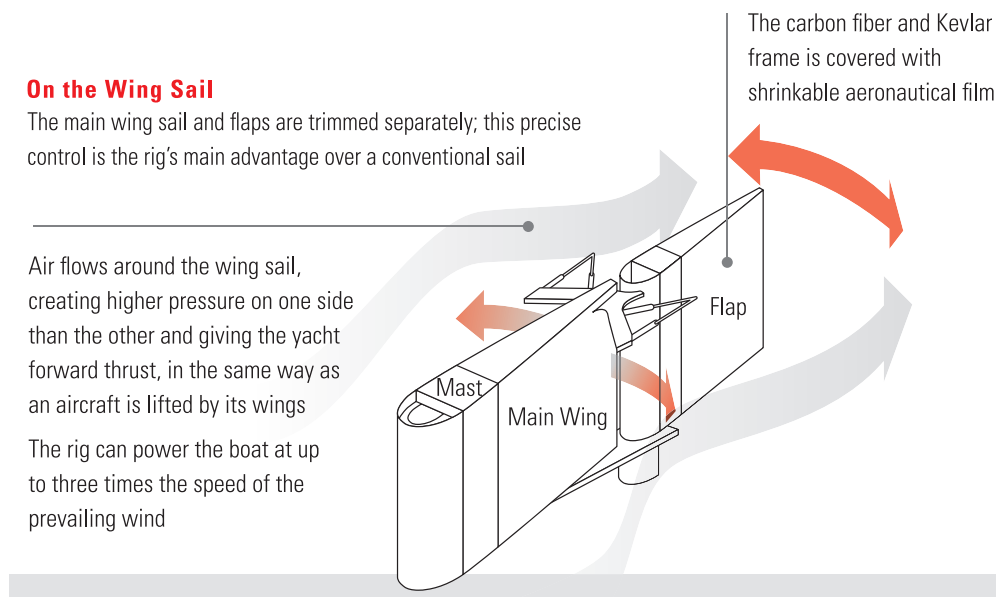


Abbildung 5.27: Tragflügelprofil
Quelle: www.bmworacleracing.com

Die gesamte Oberfläche der Segel beträgt [REDACTED].²³¹

5.9.3 Rekordfahrzeuge

Rekordfahrzeuge können laut Definition in vier Kategorien, die jeweils unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen eingeteilt werden:

- Höchste Geschwindigkeit
- Niedrigster Verbrauch
- Größte Reichweite
- Erprobung von Sonderantrieben

Die aerodynamischen Maßnahmen differenzieren für die unterschiedlichen Zielsetzungen. Es können aber alle Ziele durch eine Reduzierung des Luftwiderstandes im Speziellen durch Reibungsverminderung erreicht werden.²³²

²³¹Vgl. <http://bmworacleracing.com/de/yacht/index.html> (9.3.2010)

²³²Vgl. Hucho (2005), S. 453

Markteintrittsbarrieren

Bei den Rekordfahrzeugen sind in erster Linie solche, die auf höchste Geschwindigkeit ausgelegt sind interessant. Bei Fahrzeugen, welche für niedrigsten Verbrauch oder größte Reichweite gebaut werden, beträgt die Anströmgeschwindigkeit $5 - 7 \text{ m/s}$. Der Umschlag der Grenzschicht von laminar in turbulent erfolgt nicht, weshalb der Einsatz der Folie keine Reibungsverminderung bringt.²³³

Für Hochgeschwindigkeitsfahrzeuge ist das Bekleben der Oberfläche mit Mikrostrukturen sehr wohl interessant. Aktuell wird mit dem Projekt Bloodhound SSC ein Fahrzeug entwickelt, mit dem es möglich sein soll über eine Strecke von einer Meile eine Durchschnittsgeschwindigkeit von über 1.000 mph zu erreichen (FIA Landstreckenrekord). Die gesamte Strecke, welche die Bloodhound dabei zurücklegt beträgt 10 Meilen und muss zwei mal bewältigt werden.²³⁴



Abbildung 5.28: Bloodhound SSC
Quelle: www.bloodhoundssc.com (23.3.2010)

Wichtig für den Einsatz bei so einem Fahrzeug ist die Stabilität der Strukturen bei solchen Geschwindigkeiten. Außerdem findet der Rekordversuch in einer Wüste statt, weshalb Unempfindlichkeit gegenüber Sand und Schmutz gefordert ist.²³⁵ Momentan ist

²³³Interview mit Peter Leitl, am 23.3.2010

²³⁴Vgl. http://www.bloodhoundssc.com/adventure/is_1000mph_possible.cfm (23.3.2010)

²³⁵Vgl. http://www.bloodhoundssc.com/adventure/the_desert.cfm (23.3.2010)

man mit der Entwicklungsarbeit des Projektes beschäftigt. Der Rekordlauf ist für 2012 geplant.²³⁶

Marktvolumen

Da für die Bloodhound SSC aktuell keine technischen Daten veröffentlicht wurden und auch auf Nachfrage diese nicht recherchiert werden konnten, wird für die Berechnung der beklebbaren Fläche das Vorgängermodell, die Thrust SSC herangezogen. Für dieses Modell ergibt sich ein Marktvolumen von [REDACTED].²³⁷

Interessant ist dieses Projekt in erster Linie aufgrund der Medienwirksamkeit. Schon in der Entwicklungsphase wird die Bloodhound SSC durch ständige Pressemitteilungen und umfassende Informationen über die Homepage promotet.²³⁸ Des Weiteren ist dieses Projekt nachhaltig da, der Geschwindigkeitsrekord in den Seiten der FAI veröffentlicht wird. Das Vorgängermodell (Thrust SSC) ist im Museum of British Road Transport ausgestellt und wird nach wie vor als Publikumsmagnet betitelt.²³⁹

²³⁶Vgl. http://www.bloodhoundssc.com/search.cfm?faArea1=customWidgets.contentItem_show_1&cit_id=4465 (23.3.2010)

²³⁷Vgl. http://www.speedace.info/thrust_2.htm (23.3.2010)

²³⁸Vgl. http://www.bloodhoundssc.com/media/press_releases.cfm (23.3.2010)

²³⁹Vgl. <http://www.thrustssc.com/thrustssc/Club/Secure/bullet5.html> (23.3.2010)

5.10 Diskussion und Ausblick

Den Abschluss der Marktrecherche bildet die Diskussion, bei der die Schwierigkeiten in den einzelnen Märkte noch einmal zusammengefasst werden. Außerdem wird ein strategischer Ausblick für jeden Markt anhand einer Portfolioanalyse gegeben. Aufbauend darauf werden abschließend kurz- und langfristige Empfehlungen für die Unternehmung gegeben (siehe 2.5).

5.10.1 Schwierigkeiten

Als größte Schwierigkeit bzw. Markteintrittsbarriere kann der wissenschaftliche Nachweis einer effektiven Leistungssteigerung durch die Riblets genannt werden. Bei Bionic Surface TechnologiesTM OG wird aktuell an einem solchem Nachweis im Zuge von Flugtests an einer Kunstflugmaschine gearbeitet.

Um eine optimale Reduktion des Reibungswiderstandes zu ermöglichen muss die Folie in unterschiedlichsten klimatischen Bedingungen eingesetzt werden können. Nimmt man den Flugzeugmarkt so müssen die Strukturen Temperaturschwankungen zwischen XXXXXXXXXX standhalten. Außerdem müssen sie unempfindlich gegenüber Sand, Regen, Hagel, Schnee und Chemikalien (z.B. Enteisungsmittel) sein. Des Weiteren dürfen die Kosten für das Bekleben und die Wartung bzw. den Tausch der Folie nicht die Einsparung z.B. bei den Treibstoffkosten überschreiten, d.h. eine Haltbarkeit über mehrere Jahre muss gewährleistet sein.²⁴⁰

Von allen befragten Interviewpartnern wurde immer der Kostenfaktor genannt. Die Folie darf die Herstellkosten eines Produktes nicht wesentlich steigern. Es gibt Märkte wie z.B. im Radsport wo man mit dem Verkaufspreis schon am oberen Limit angekommen ist. Der Absatz könnte bei solchen Produkten durch eine weitere Preissteigerung schlagartig einbrechen.²⁴¹

²⁴⁰Interview mit Peter Leitl, am 8.3.2010

²⁴¹Interview mit Gerald Possarnig, am 5.3.2010

5.10.2 strategischer Ausblick

In Anlehnung an die Boston Consulting Group Portfolio-Analyse wird die Strategie für die einzelnen Marktsegmente nun bestimmt.²⁴² Da BST mit dem Produkt noch nicht am Markt ist, gibt es auch keinen Marktanteil. Deshalb wurde die Matrix (Abbildung 5.29) für die vorliegende Problemstellung adaptiert.

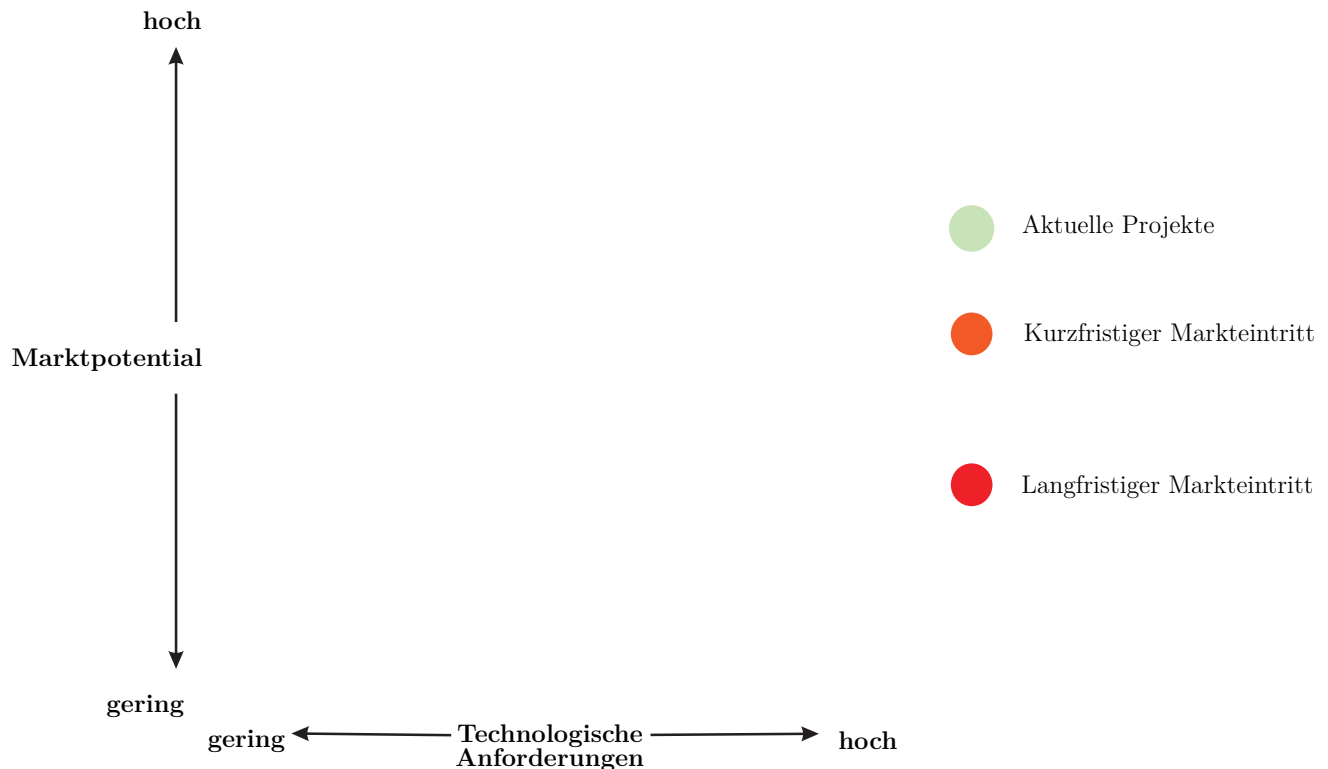


Abbildung 5.29: Strategische Portfolioanalyse

In dieser Darstellung ist der linke, obere Quadrant der, welcher unbedingt beachtet werden sollte. Hier ist man in der Lage ein hohes Marktpotential bei geringem Aufwand im Bezug auf Technologieentwicklung zu erreichen. Für den rechten, oberen Quadranten kann mit entsprechendem Entwicklungsaufwand ebenfalls ein hohes Marktpotential bedient werden. Märkte, für die zwar ein geringes Marktpotential vorhanden ist, in welchen aber Forschung und Entwicklung betrieben werden kann, stehen in den beiden unteren Quadranten. Hierbei sind rechts die Marktsegmente angeführt, welche ein hohes Entwicklungspotential benötigen. Aus ihnen können aber auch Rückschlüsse auf Markt-

²⁴²Vgl. Kotler (2001), S. 117 f.

segmente in den oberen Quadranten gezogen werden. So hat man z.B. die Möglichkeit Erfahrungen aus dem Red Bull Airrace auf den Markt der Flugzeuge zu übertragen.

5.10.3 kurzfristige Empfehlung

Aus Abbildung 5.29 ist ersichtlich, dass man gerade mit dem aktuellen Fahrradprojekt im optimalen Quadranten liegt. Es ist jedenfalls auch kurzfristig empfehlenswert sich auf diesen Markt zu konzentrieren. Obwohl das Segment der Airrace Flugzeuge rechts unten steht, sollte dieser in jedem Fall behandelt werden. Neben der Möglichkeit für das Produkt Praxistests durchzuführen, ist in diesem Markt ein riesiges Werbepotential vorhanden (siehe 5.9.1).

Im Bereich der Windkraftanlagen sind noch einige technische Hürden zu überwinden (siehe 5.2.2). Sind diese geklärt, so ist ein großes Marktpotential gegeben. Kurzfristig empfiehlt sich auch den Markt der Surfbretter zu penetrieren. Hat man die Einsatzfähigkeit der Folie im Wasser geklärt so ergibt sich hier die Möglichkeit den Kunden direkt zu beliefern.

5.10.4 langfristige Empfehlung

Sind die technologischen Herausforderungen für die Airrace Flugzeuge geklärt, so können langfristig auch der gesamte Flugzeugmarkt beliefert werden, da es hier ähnliche Anforderungen gibt. Es empfiehlt sich in dieses Segment über Kleinflugzeuge oder über Segelflieger einzudringen, da hier noch eventuelle Technologieprobleme geklärt werden können. So kann das Risiko des Scheiterns bei Großflugzeugen, welche ein riesiges Marktpotential bieten, verringert werden.

Hat man Erfahrungen im Bezug auf die beschriebenen Problematiken bei Luftströmungen und sind diese Märkte beliefert, so empfiehlt es sich die Folie für andere Medien wie Wasser weiter zu entwickeln. Damit könnte man auch Märkte wie den Schiffsmarkt beliefern. Wie in Abbildung 5.29 ersichtlich, ist in diesem Markt ein riesiges Potential für die Unternehmung, wobei am Anfang über kleine Boote in den Markt eingedrungen werden sollte um das Risiko des Scheiterns zu minimieren.

Obwohl der America's Cup im linken unteren Quadranten steht sollte dieser langfristig im Auge behalten werden. Zwar gibt es hier kein großes Marktpotential, was in Abbildung 5.29 aber nicht ersichtlich ist, dass man sich mit verhältnismäßig geringem Aufwand eine sehr gute Referenz erarbeiten kann.

Literaturverzeichnis

GOMBERT, A.: Mikrostrukturierte Kunststoffoberflächen, in: 1. Leobener Symposium POLYMERIC SOLAR MATERIALS, Leoben 2003

BECHERT D.W.; BURSE M.; HAGE W.; Experiments with three-dimensional riblets as an idealized model of shark skin, in: Experiments in Fluids, 28. Jg., 2000, S. 403 - 405

WALSH J.M.: Riblets as a Viscous Drag Reduction Technique, in: AIAA Journal, 21. Jg., 4/1983, S. 485 - 487

PRETSCHUH, J.: Recherchebericht Mikrostrukturen, Wien 2009

PRETSCHUH, J.: Recherchebericht Mikrostrukturen, Wien 2010

CLAUS, D.: Periodische Mikro-/Nano-Strukturierung verzinnter Materialoberflächen für elektrische Kontaktanwendungen und deren tribologisches Verhalten, Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, Saarbrücken 2002

REINDL, L. M.: Einführung in die Mikrosystemtechnik, Vorlesungsskriptum, Teil 6, Freiburg Wintersemester 2003/04

MICK, J.: Interferenzlithographie mit hochaufbauenden Resistsystem, Diss., Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, Freiburg 2005

MICK, J.; GOMBERT, A.; BLÄSI, B.; MÜLLER, C.; Maskless Origination of Microstructures with Optical Functions on Large Areas, paper, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, Freiburg 2005

RENEAUX, J.: Overview on drag reduction technologies for civil transport aircraft, paper, Applied Aerodynamics Department, Châtillon Cedex 2004

VAHRENKAMP, R.: Logistik - Management und Strategien, 5. Auflage, München 2005

WEITKAMP, K.: Zahlen und Fakten zum Schwergutmarkt, paper, Münster 2007

HUCHO, W.-H.: Aerodynamik des Automobils, 5. Auflage, Wiesbaden 2005

- ENDER, C.: Windenergienutzung in Deutschland, in: DEWI Magazin, 19. Jg., 2/2009, S. 42-58
- KOTLER, P.; ARMSTRONG, G.: Marketing - Eine Einführung, Wien 1988
- KOTLER, P.; PLIEMEL F.: Marketing Management, 10. überarbeitet und aktualisierte Auflage, Stuttgart 2001
- FREILING, J.; RECKENFELDERBÄUMER M.: Markt und Unternehmung, Wiesbaden 2004
- BENKENSTEIN, M.: Entscheidungsorientiertes Marketing, Wiesbaden 2001
- SCHNEIDER, W.: Marketing, Heidelberg 2007
- STEFFENHAGEN, H.: Marketing - Eine Einführung, 6. vollständig überarbeitete Auflage, Stuttgart 2008
- JUNG, H.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 10. Auflage, München 2006
- KAMENZ, U.: Marktforschung, 2. durchgesehene Auflage, Stuttgart 2001
- BACKHAUS, K.: Industriegütermarketing, 5. erweiterte und überarbeitete Auflage, München 1997
- KUSS, A.; EISEND, M.: Marktforschung, 3. Auflage, Wiesbaden 2010
- KOCH, J.: Marktforschung, 4. Auflage, Oldenburg 2004
- BRUHN, M.: Marketing, 3. Auflage, Wiesbaden 1997
- BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre, Graz 2007
- SCHACHNER, O.: Vergleichstest Aerohelme - Testbericht, Gaishorn am See 2008
- ZERVOS, A.; SAWYER, S.: Global Wind Energy Counsel - Global Wind 2008 Report, Belgien 2008
- BEREKHOVEN, L.; ECKERT, W.; ELLENRIEDER, P.: Marktforschung, 11. überarbeitete Auflage, Wiesbaden 2006
- MEFFERT, H.: Marketing, 8. Auflage, Wiesbaden 1997
- ABELL, D. F.: Defining the Business, New Jersey 1980
- GAMA.: General Aviation Manufacturers Association - Statistical Databook & Industry Outlook, Washington 2009

AWEA.: American Wind Energy Association - An Agenda for the new President and Congress, Washington 2008

Société Nautique de Gen ve: 33rd America's Cup Match - Notice of Race, Valencia 2010

Flottenkommando der Marine - Jahresbericht 2009, 22. Auflage, Glucksburg 2009

Vgl. <http://www.ecmtec.com>, ECMTEC electrochemical micromilling, Abfrage vom: 1.2.2010

Vgl. <http://www.loecker.com/festklopfverfahren.html>, Abfrage vom: 2.2.2010

Vgl. <http://www.americascup.com/en/>, Abfrage vom: 9.3.2010

Vgl. <http://www.volvoceanrace.com/about-the-race/>, Abfrage vom: 9.3.2010

Vgl. <http://www.ostsee-action.de/events/americas-cup>, Abfrage vom: 9.3.2010

Vgl. <http://www.swift-light.at>, Abfrage vom: 10.3.2010

Vgl. <http://www.fondsdiscount.de/nachrichten/>, Abfrage vom: 10.3.2010

Vgl. <http://www.knuettgen-invest.de/Schiffsmarkt.html>, Abfrage vom: 10.3.2010

Vgl. <http://www.geschlossenefonds.de/schiffs-glossar.htm>, Abfrage vom: 11.3.2010

Vgl. <http://www.containerhandbuch.de>, Abfrage vom: 12.3.2010

Vgl. <http://www.sietas-werft.de/index.php?hid=1&id=460>, Abfrage vom: 12.3.2010

Vgl. <http://www.contempo-i.de/Produktentanker.htm>, Abfrage vom: 16.3.2010

Vgl. <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/>, Abfrage vom: 16.3.2010

Vgl. <http://www.7az.de/bruttoreaumzahl-brz-ersetzte-bruttoregister-tonne.html>, Abfrage vom: 16.3.2010

Vgl. <http://www.ig-windkraft.at>, Abfrage vom: 16.3.2010

Vgl. <http://www.gwec.net>, Abfrage vom: 16.3.2010

Vgl. <http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/statistiken>, Abfrage vom: 16.3.2010

Vgl. http://www.hamburg-messe.de/presse/presse_windenergy/WindEnergy-Studie_2008_Zusammenfassung.htm, Abfrage vom: 17.3.2010

Vgl. <http://www.xentis.com/index.php?id=19>, Abfrage vom: 22.3.2010

Vgl. http://www.bikepalast.com/index.php/cat/c21_Innenlager.html, Abfrage vom: 22.3.2010

Vgl. <http://www.diamond-air.at>, Abfrage vom: 22.3.2010

Vgl. <http://www.cessna.com>, Abfrage vom: 23.3.2010

Vgl. <http://www.bloodhoundssc.com>, Abfrage vom: 23.3.2010

Vgl. http://www.speedace.info/thrust_2.htm, Abfrage vom: 23.3.2010

Vgl. <http://www.speedwindsurfen.net>, Abfrage vom: 27.3.2010

Vgl. <http://www.sima.com>, Abfrage vom: 27.3.2010

Vgl. http://www.quiksilverinc.com/www/site17/AnnualReports/Quiksilver_Annual_Report_2009.pdf, Abfrage vom: 29.3.2010

Vgl. <https://www.praktika.de/firmenprofil/11122>, Abfrage vom: 29.3.2010

Vgl. <http://www.awea.org>, Abfrage vom: 6.4.2010

Vgl. <http://www.marketingpower.com/AboutAMA/Pages/definitionofMarketing.aspx>, Abfrage vom: 9.4.2010

Abkürzungsverzeichnis

OG	Offene Gesellschaft
BST	Bionic Surface Technologies
z.B.	zum Beispiel
CFD	Computer Fluid Dynamics
Abb.	Abbildung
UV	Ultra Violett
3D	Dreidimensional
bzw.	beziehungsweise
IBF	Institut für Bildsame Formgebung
RWTH	Reinisch Westfälische Technische Hochschule
lt.	laut
IPT	Institut für Produktionstechnologien
IMTEK	Institut für Mikrosystemtechnik
EBEAM	electron beam
Fa.	Firma
Ni	Nickel
inkl.	inklusive
ca.	circa
ECF	Elektrochemisches Fräsen
LZH	Laserzentrum Hannover
KOH	Kaliumhydroxid

Si	Silicium
u.a.	unter anderem
Dipl.-Ing.	Diplom-Ingenieur
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
d.h.	das heißt
IFAM	Institut für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
m	Meter
BJ	Baujahr
usw.	und so weiter
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
t	Tonnen
tdw	tons deadweight
BRZ	Bruttoraumzahl
MW	Megawatt
GW	Gigawatt
kW	Kilowatt
WKA	Windkraftanlage
UCI	Union Cycliste Internationale
excl.	exclusive
mph	miles per hour
WKO	Wirtschaftskammer Österreich
USA	United States of America
FAA	Federal Aviation Administration
AWEA	American Wind Energy Association

AMA American Marketing Association

KKV komperativer Konkurrenzvorteil

DOE Department of Energy

Abbildungsverzeichnis

1.1	Prozesskette der Folienherstellung	2
2.1	Maslowsche Bedürfnispyramide	7
2.2	Marktgrößen	10
2.3	Einflussgrößen des kooperativen Konkurrenzvorteils	14
2.4	Abgrenzung zwischen Markt- und Marketingforschung	17
2.5	Zusammenhang von Marktforschung und Marketing	18
2.6	Der Marktforschungsprozess	19
2.7	Detailentscheidung bei der Methodenauswahl	20
3.1	Aufbau der Technologierecherche	27
3.2	Aufbau der Marktrecherche	29
4.1	Prozesskette	30
4.2	Prinzip des interferenzlithographischen Aufbaus	31
4.3	UV Embossing Konzept	33
4.4	Rasterelektronenmikroskopaufnahme der Schweißnaht	34
4.5	Strukturabstufung	35
4.6	Spitzenradius bei  Öffnungswinkel	36
4.7	Abflachung der Spitze	38
4.8	Laserstrukturen	41
5.1	Windenergiekapazitäten 2008	51
5.2	Jährliche Wachstumsrate	52
5.3	Top 10 Windenergiekapazitäten 2008	53
5.4	Anteil der Leistungsklassen	55
5.5	Geschätzte Entwicklung der Windkraft bis 2030	56
5.6	Verteilung der Windkraftanlagen auf die Bundesstaaten	56
5.7	Windkraft in Österreich	57
5.8	Vierspeichenlaufrad von 	61
5.9	Preis-Absatz-Funktion des Polypolisten	62

5.10	Aerohelm	65
5.11	Entwicklung des Triathlonsportes in Deutschland	66
5.12	Anzahl der weltweit verkauften Flugzeuge	69
5.13	Weltweiter Gesamtumsatz der Flugzeughersteller	69
5.14	Weltweiter Gesamtbestand an Flugzeugen	70
5.15	Diamond DA 42 Twin Star	72
5.16	Diamond DA 42 Twin Star	73
5.17	DG-808C	77
5.18	Allsar SZD-54-2 PERKOZ	78
5.19	Entwicklung der deutschen Handelsflotte	80
5.20	Kennzahlen der Mehrzweckfrachter	81
5.21	Kennzahlen der Bulkcarrier	83
5.22	Kennzahlen der Schwergutfrachter	85
5.23	Kennzahlen der Öltanker	87
5.24	Umsatz der gesamten Surfindustrie	92
5.25	Aufteilung der Surfbretter	93
5.26	Mit Mikrostrukturfolie beklebter Kunstflieger	95
5.27	Tragflügelprofil	98
5.28	Bloodhound SSC	99
5.29	Strategische Portfolioanalyse	102

Tabellenverzeichnis

2.1	Beispiele für verschiedene Experimente	22
4.1	Bewertungskriterien	44
4.2	Nutzwertanalyse	45
4.3	Bewertung	46
5.1	Marktsegmentierung im Medium Luft	49
5.2	Marktsegmentierung im Medium Wasser	50
5.3	Windkraftanlagen 2008, Stand 31.12.2008	54
5.4	Anzahl der unterschiedlichen Leistungsklassen	54
5.5	Verteilung der Kapazität auf die Bundesländer	58
5.6	Aufstellung der gesamten Neuverkäufe	64
5.7	Anzahl der Lizenznehmer	67
5.8	Anzahl der Lizenznehmer	67
5.9	Flugzeuge in Österreich, Stand: 31.1.2010	71
5.10	Flugzeuge in Deutschland, Stand: 31.12.2009	71
5.11	Technische Daten - Diamond DA42 TDI Twin Star	72
5.12	Technische Daten - Cessna Citation CJ1+	73
5.13	Flugzeuge in den USA, Stand: 31.1.2008	74
5.14	Beklebbare Fläche für je ein Modell	74
5.15	Marktvolumina in den betrachteten Regionen	75
5.16	Anzahl der zugelassene Segelflugzeuge	76
5.17	Technische Daten - Mehrzweckschiffe	82
5.18	Transportvolumen - Bulkcarrier	84
5.19	Technische Daten - Bulkcarrier	84
5.20	Schwergutfrachterttypen	86
5.21	Technische Daten - Schwergutschiffe	86
5.22	Schwergutfrachterttypen	88
5.23	Technische Daten - Öltanker	88
5.24	Technische Daten - AIDAAluna	89

5.25	Marktvolumina in den betrachteten Regionen	90
5.26	Beklebbare Fläche für Surfboards	94
5.27	Technische Daten - Airraceflugzeuge	96