



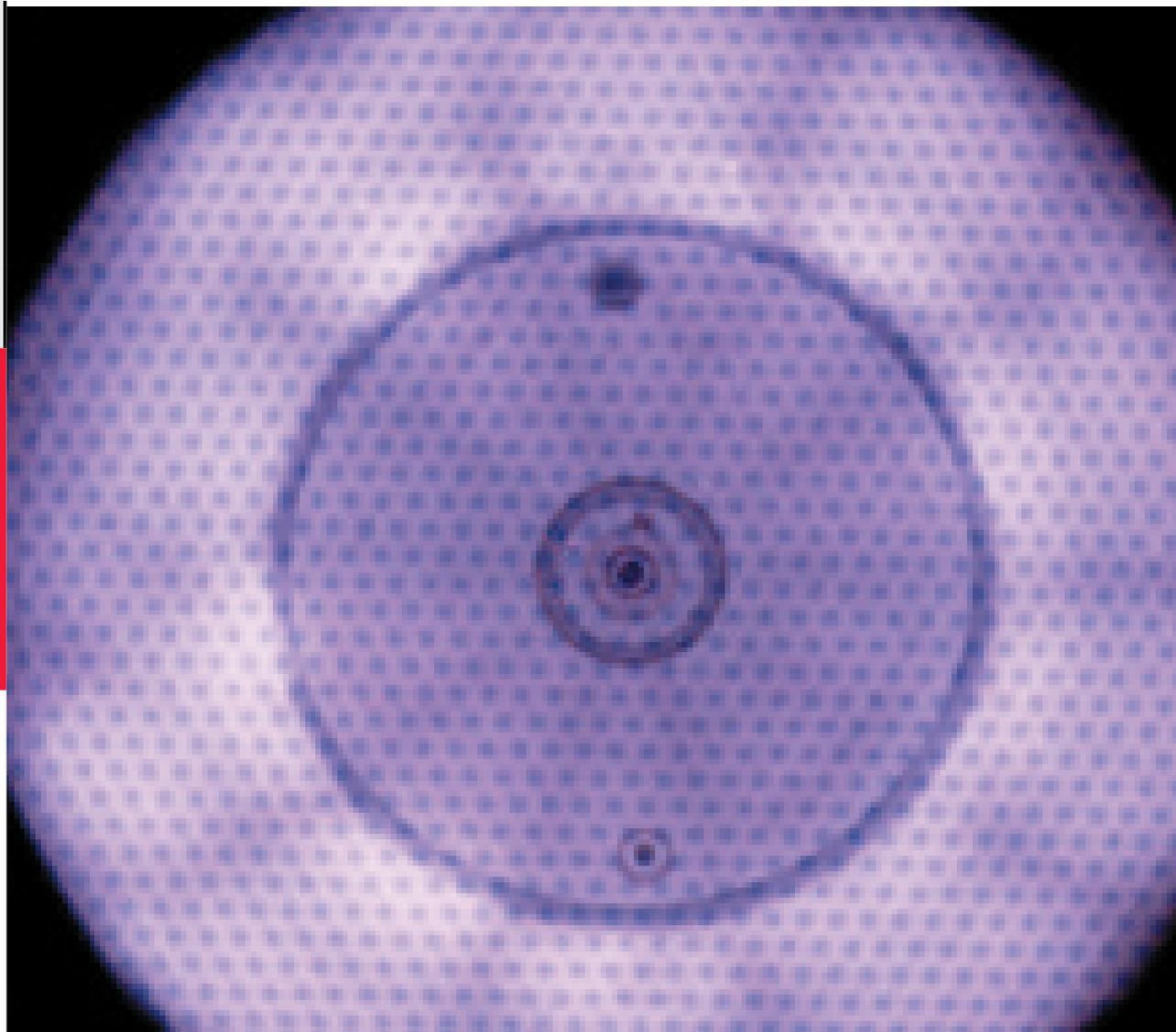
Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**bmb+f**

# Plasmatechnik

Prozessvielfalt + Nachhaltigkeit

**BMBF**



**Impressum**

**Herausgeber:**

Bundesministerium für  
Bildung und Forschung

Referat Öffentlichkeitsarbeit

53170 Bonn

Telefax: 0228/573917

e-mail: [information@bmbf.bund.de](mailto:information@bmbf.bund.de)

Internet: <http://www.bmbf.de>

Mai 2000

**Fachliche Beratung:**

Dr. Karin Reichel

Dr. Ralf Fellenberg

VDI-Technologiezentrum

Düsseldorf

**Text:**

Rolf Kickuth

Gaiberg bei Heidelberg

**Grafik, Layout, Satz:**

Agentur Rubikon

Gaiberg

<http://www.rubikon.de>

**Druck:**

Roco Druck GmbH

Wolfenbüttel

**Bild- und Grafiknachweis:**

siehe Umschlagseite 3

*Gedruckt auf chlorfrei wiederaufbereitetem  
Recyclingpapier*

# Vorbemerkung

## Plasmatechnik: Innovationen für die Zukunft

Nachhaltiges Wachstum und Bewältigung des Strukturwandels sind eng mit dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt, innovativer Handlungsfähigkeit sowie technologischem Know-how verbunden.

Auch die Plasmatechnik bietet im Verbund mit anderen Technologien einen Schlüssel für die Lösung dieser Herausforderung zum Nutzen des Menschen. Mit der Forschung auf diesem Gebiet können „Tore“ für ökoeffiziente, integrative und zukunftssträchtige Lösungen geöffnet und wesentliche Beiträge zur Befriedigung des Zukunftsbedarfs an ressourcen- und umweltschonenden Verfahren und Produkten geleistet werden.

Die Plasmatechnik findet überall dort ihre Anwendung, wo es auf Qualität, Produktivität, Umweltverträglichkeit, Präzision und Flexibilität ankommt. Das betrifft u.a. insbesondere die Vorsorge-Bereiche Energie, Umwelt, Gesundheit und Mobilität.

Sie wird insbesondere in den Wachstumsbereichen Elektronik, Fahrzeug-, Maschinen- und Werkzeugbau, Energietechnik, Optikindustrie, Textil-, Umwelt- und Medizintechnik eingesetzt.

Aufgrund ihres breiten Anwendungspotenzials gehört die Plasmatechnik zu den Schlüsseltechnologien, mit denen in fast allen Bereichen nachhaltige Innovationslösungen geschaffen werden.

Bereits heute wird durch Anwendung von Plasmatechnik das

Qualitätsniveau und die Funktion vieler Produkte und Verfahren geprägt. So lassen sich durch Plasmabeschichtungen hochwertige Werkzeuge, auch Konstruktionsmaterialien etc. herstellen, Kunststoffe und Textilien veredeln, durch Plasmareinigung und -ätzen neue Chipgenerationen für Hochleistungscomputer schaffen, energiesparende und umweltschonende Plasma-Lampen produzieren, neue Materialien mit gezielten Gebrauchswerteigenschaften synthetisieren und toxische Substanzen sowie Abfallstoffe entsorgen bzw. recyceln.

Der besondere Zukunftswert der Plasmatechnik und ihrer Anwendungen wird durch ihr hohes Potenzial für Innovationen, Wertschöpfung, Nachhaltigkeit und Wachstum, ihre technologische Breitenwirksamkeit und Umweltverträglichkeit bestimmt. Derzeit entwickelt sich die Plasmatechnik aufgrund erheblicher Fortschritte im wissenschaftlichen Verständnis von Plasmaprozessen zu einer Querschnittstechnologie, deren Zukunftspotenzial noch zu erschließen ist und deren Bedeutung ständig wächst.

Allerdings ist die Plasmatechnik in ihrer Bedeutung in der Öffentlichkeit wenig bekannt.

Die vorliegende Broschüre soll deshalb die Plasmatechnik „greifbar“ machen. Sie soll einen Überblick über die Möglichkeiten für verschiedene Anwendungsbereiche und über Chancen dieser Technologie für neue Produkte, Energieeinsparung, Umweltschutz sowie Arbeitsplätze geben. Sie soll ferner die Rolle und Bedeutung der Plasmatechnik sowie die bislang erreichten Erfolge auf dem Gebiet der Plasmaanwen-

dungen darstellen und Anregungen für zukunftsorientierte Handlungsfelder geben.

Sie richtet sich an Menschen, deren Interesse an der Plasmatechnik geweckt oder vertieft werden kann ebenso wie an diejenigen, die auf dem Gebiet der Plasmaforschung und Plasmatechnik ihre persönliche Zukunftschance finden wollen, z.B. bei der Berufswahl, bei der Aufnahme von Geschäftsaktivitäten bzw. Unternehmensgründungen oder bei der Nutzung der Plasmatechnik.

Die Entwicklung der Plasmatechnik wird an aktuellen Beispielen erläutert. Einige neue Forschungsthemen werden vorgestellt. Darüber hinaus wird informiert, wo uns Plasmatechnik in Form von Produkten und Verfahren begegnet und wohin die Entwicklung führt.

Dazu werden in dieser Broschüre sowohl Beispiele der erfolgreichen Förderung des BMBF als auch Ergebnisse anderer Forschungs- und Förderungsinitiativen auf diesem Gebiet dokumentiert, mit denen wichtige Problemlösungen und Innovationen ermöglicht wurden bzw. werden.

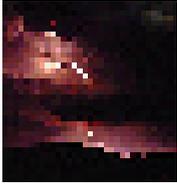
Die dargestellte Auswahl kann weder vollständig noch abschließend sein. Plasmatechnik ist eine Zukunftstechnologie, mit der ein wesentlicher Beitrag für nachhaltiges Wachstum, Innovationen und neue Produkte geleistet werden kann.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung wird diesen Prozess auch künftig durch gezielte Förderung der Verbundforschung unterstützen.

## Inhalt

Impressum	2
Vorbemerkung	3
Inhalt	4

## Einleitung

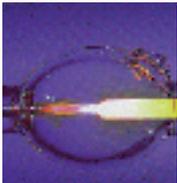


---

### Plasma: Forschung von der Natur zum Markt

Plasma: Heiße Kälte schont Ressourcen	6
Blick zurück in Dunkelräume	8
In der Vielfalt liegt der Reiz	9
Quellen für vielfältige Anwendungen	11

## Plasmen: allgegenwärtig



---

### Heller und weiter mit weniger Energie

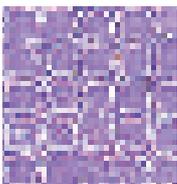
Sparen ohne Verzichten	13
Hohe Lichtausbeute, hell und farbecht	14
Umweltkonforme Mobilität	16

---

## Nachhaltiger Oberflächenzauber

Aktiviert für neue Kontakte	17
Textilien trimmen auf Funktion und Filzfreiheit	17
Harte Schalen, weiche Kerne	19
Mehr Sein als Schein: Unsichtbare Strukturen	20

## Direkt beim Menschen

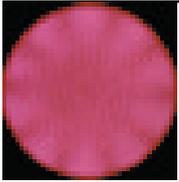


---

### Vermitteln und Bewahren

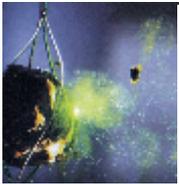
Fließende Übergänge schaffen Akzeptanz	23
Biomaterial-Haftung nach Maß	24
Sanfte Schärfe gegen Mikroorganismen	25

## Die sanfte Macht



### Kalte Reaktionen

Prozessgase mit Verbindungsdrang	27
Pulsgetrieben in den Entsorgungstrakt	29



### Eindringliches Verhalten

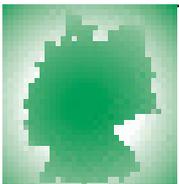
Power mit Puls	30
Schmelzen und Bohren	31

## Mit F & E zu neuen Höhen



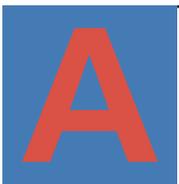
### Drum prüfe, was sich bindet

Wenn Wand und Teilchen wechselwirken	33
Nicht linientreu, doch existent	35
Massiv Arbeit – nicht nur für Computer	36



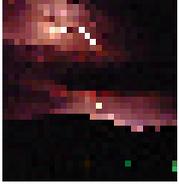
### Plasmatechnik in Deutschland

Chance zur Technologieführerschaft	37
Förderung der Plasmatechnik	38



### Glossar

A - G	39
H - W	40



## Einleitung

# Plasma: Forschung von der Natur zum Markt

### Polarlicht über Lappland



### Plasma: Heiße Kälte schont Ressourcen

Plasma ist keine Erfindung des Menschen. Man findet es in den Sternen einschließlich der Sonne, im Schweif von Kometen, in Gewitterblitzen, und auch die Polarlichter sind Plasma-Erscheinungen. Das Wort „Plasma“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet „Gebilde“, aber auch „Geformtes“. Nebenbei: Zellfreie Blutflüssigkeit sowie ein grüner Halbedelstein, eine Jaspis-Art, haben auch die Bezeichnung „Plasma“.

**Technische Plasmen** finden heute mannigfaltige Einsatzmöglichkeiten in den unterschiedlichsten Bereichen der Produktion wie auch in Gebrauchsgegenständen des modernen Alltags. Entscheidend für ihre breit gefächerten Einsatzmöglichkeiten sind umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf diesem jungen Gebiet der Technik.

Aufgrund der aufwendigen Erzeugung von Plasmen meist über elektrische Entladungen in evakuierten Glasapparaturen sowie wegen der Komplexität der Plasmaerscheinungen war der Plasmaphysik lange Zeit eine exotische Nische beschieden. Das zunehmende Verständnis der Vorgänge in und um Plasmen hat nun aber eine Querschnittstechnologie par excellence hervorgebracht. Zu deren Hauptmerkmalen zählt der nachhaltige Einsatz von Rohstoffen und Energie, also die Ressourcenschonung – was der Umwelt, aber auch der Ökonomie entgegenkommt. Hohe Flexibilität und inhärente Sicherheit sind weitere Merkmale von Plasmaprozessen.

Plasma wird als vierter Aggregatzustand der Materie bezeichnet. Heizt man feste Materie auf, verwandelt sie sich typischerweise erst in eine Flüssigkeit, dann in ein Gas. Wenn dem Gas weiter Energie

zugeführt wird, dann wird es elektrisch leitend, obwohl es nach aussen hin mehr oder weniger neutral bleibt. Das liegt daran, dass sich Elektronen von den Atomen bzw. Molekülen des Gases lösen. In Plasmen liegt ein Gemisch von meist positiv geladenen Ionen, Elektronen und von Neutralteilchen vor.

Jetzt kommt der wohl wichtigste Trick von nicht thermischen Nieder-temperatur-Plasmen, von denen in dieser Broschüre die Rede sein soll (die extrem heißen Plasmen der Fusionsforschung bleiben außen vor): Während die Temperatur von Ionen und Neutralteilchen kaum einige 100 Grad Celsius beträgt, entspricht die Energie der Elektronen in solchen Plasmen einer Temperatur von einigen 10.000 Grad Celsius! Sie stellen daher hochreaktive Werkzeuge dar, die einen schonenden Einsatz ohne hohen Energieaufwand erlauben. Diese „heiße Kälte“ eröffnet ungeahnte Prozessmöglichkeiten und damit auch Marktchancen.

Der besondere Zukunftswert der Plasmatechnik wird durch ihr ausgesprochenes Potenzial für energie- und umweltschonende Prozesse, die geringen Prozesstemperaturen, die Flexibilität, technologische Breitenwirksamkeit und ausgeprägte **Umweltverträglichkeit** bestimmt. Hierdurch ist die Plasmatechnik prädestiniert für nachhaltige Entwicklungen und eröffnet durch innovative Produkte und Verfahren neue **unternehmerische Chancen**. Dies gilt insbesondere für die innovatorientierten kleinen und mittleren Unternehmen. Insofern wird die Plasmatechnik eine wesentliche Grundlage für die Schaffung von Arbeitsplätzen der Zukunft darstellen.