

**Sichtbarkeit Deutschlands
in den international führenden Zeitschriften
auf dem Gebiet des Maschinenbaus**

Bericht

an den Wissenschaftsrat und
an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

BMBF-Förderkennzeichen 324-410099-M165400

Anna Kosmützky
Matthias Winterhager
Holger Schwechheimer
Peter Weingart

Institut für Wissenschafts- und Technikforschung (IWT)
Universität Bielefeld

August 2003

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	3
2. METHODE	5
2.1 Datenbasis	5
2.2 Beobachtungszeitraum	7
2.3 Indikatoren	9
3. ERGEBNISSE	12
3.1 Internationaler Vergleich	12
3.1.1 Publikationsaktivität und Rezeptionserfolg der deutschen Maschinenbauforschung im internationalen Vergleich	15
3.2 Binnenanalyse Deutschland.....	21
3.2.1 Abgrenzungs- und Auswahlkriterien der Professoren/innen der Maschinenbauforschung an Universitäten und gleichge- stellten Hochschulen in Deutschland	24
3.2.2 Publikationsaktivität und Rezeptionserfolg der Maschinenbauforschung an Universitäten und gleichgestellten Hochschulen Deutschlands	26
3.2.3 Jahrgangswise Indikatoren	34
4. SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	38
5. LITERATUR	40
6. ANHANG	42

1. EINLEITUNG

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Bereitstellung von Indikatoren zur Sichtbarkeit Deutschlands in den international führenden Zeitschriften auf dem Gebiet der Maschinenbauforschung. Die Analyse bietet aggregierte Informationen zum Status der Maschinenbauforschung hinsichtlich der wissenschaftlichen Publikationsaktivität und der mit den Publikationen erzielten Rezeptionswirkung (Zitationen) im internationalen Maßstab. Die Untersuchung wurde in zwei aufeinander aufbauenden Modulen durchgeführt: In Modul 1 wurde die Position der deutschen Maschinenbauforschung im internationalen Vergleich untersucht; Modul 2 identifiziert und analysiert die publikationsstärksten Standorte der Maschinenbauforschung an deutschen Universitäten und gleichgestellten Hochschulen.

Die Daten wurden entsprechend der Untersuchungsmodule auf zwei Ebenen aggregiert: einerseits für Deutschland im internationalen Vergleich, andererseits für die publikationsstärksten deutschen Hochschulstandorte im Einzelnen. Die bibliometrische Analyse stellt Ergebnisse bereit, die Rückschlüsse auf die Außenwahrnehmung der deutschen Maschinenbauforschung erlauben - so wie sie sich in den international führenden Fachzeitschriften niederschlägt. Ansprüche an das Publikationsverhalten auf dem Gebiet des Maschinenbaus und Erwartungen bezüglich des mit dem Publikationsoutput auszulösenden Rezeptionserfolgs können auf diese Weise an den tatsächlichen Verhältnissen überprüft werden.

Die Untersuchung zielt auf die Beantwortung folgender Fragestellungen:

- Wie groß ist der deutsche Beitrag zum europäischen bzw. weltweiten Publikationsoutput der Maschinenbauforschung und welches sind die wichtigsten deutschen Hochschulstandorte?
- Wie hoch ist der Rezeptionserfolg (Zitationsrate) der deutschen Publikationen im Gebiet des Maschinenbaus - gemessen am weltweiten Durchschnittsniveau? Wie hoch ist der Rezeptionserfolg der publikationsstärksten deutschen Hochschulen im Einzelnen?
- Welche Entwicklungstrends sind in den vergangenen Jahren für die deutsche Maschinenbauforschung insgesamt und für die publikationsstärksten deutschen Standorte im Einzelnen erkennbar?

Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass es sich *nicht* um eine Totalerhebung des wissenschaftlichen Publikationsoutputs der deutschen Maschinenbauforschung handelt. Erfasst wurde nur jener Anteil der Publikationen, der in den international führenden Zeitschriften im Gebiet des Maschinenbaus erschienen ist. Die Abgrenzung des Bereiches Maschinenbau gegenüber benachbarten Gebieten ist in beiden Modulen schwierig, da die Klassifikationssysteme der entsprechenden Literaturdatenbanken mit vielfältigen Unschärfen belastet sind.

Die Untersuchung ist so angelegt, dass sie auf der Basis des vorliegenden Materials zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt bzw. unter Einbeziehung der jeweils neu hinzukommenden Publikationen aktualisiert werden kann.¹ Bibliometrische Indikatoren können eine qualitative Evaluation nicht ersetzen, sondern lediglich ergänzen. Eine unmittelbare Ableitung förderpolitischer Maßnahmen aus den bibliometrischen Ergebnissen wäre verfehlt.

Im Folgenden werden zunächst einige Erläuterungen zur Datenbasis und der angewandten bibliometrischen Methodik gegeben (Abschnitt 2). Daran anschließend werden die Ergebnisse in zwei Teilabschnitten vorgestellt: einmal für Deutschland im internationalen Vergleich (Abschnitt 3.1), dann für Hochschulstandorte in Deutschland (Abschnitt 3.2). Im Anhang ist das vollständige Zeitschriftenprofil des internationalen Vergleiches dokumentiert. Zusätzlich werden dort ausgewählte Indikatoren der Binnenanalyse deutscher Hochschulstandorte differenziert dargestellt.

¹ Für die Mitarbeit bei der Erstellung des Endberichtes danken wir Romy Wöhlert und Maya Kushewa.

2. METHODE

2.1 Datenbasis

Zu den wichtigsten Formen der Wissensproduktion gehört nach wie vor die schriftliche Publikation, mit der die Forschungsleistung auch nach außen dokumentiert wird. Auch auf dem Gebiet des Maschinenbaus ist dabei die Veröffentlichung in international führenden Fachzeitschriften von großer Bedeutung.² Im Laufe der letzten Jahrzehnte sind große Literaturdatenbanken entstanden, in denen diese wissenschaftlichen Veröffentlichungen abgespeichert sind und mit geeigneter Retrieval-Software wieder aufgefunden werden können. Die für bibliometrische Zwecke wichtigsten Datenbanken sind die vom Institute for Scientific Information (ISI, Philadelphia) produzierten Literaturdatenbanken Science Citation Index (SCI) und Social Sciences Citation Index (SSCI), die unter einer einheitlichen Benutzeroberfläche, dem sog. Web of Science (WoS), recherchiert werden können. Neben den üblichen bibliografischen Angaben werden im WoS auch die institutionellen Adressen aller Autoren und die Literaturangaben (Referenzen) aller Artikel aus diesen Zeitschriften erfasst. In dieser Form sind die Informationen über keine andere Datenbank zugänglich und das WoS wird damit zur wichtigsten Quelle für bibliometrische Untersuchungen.

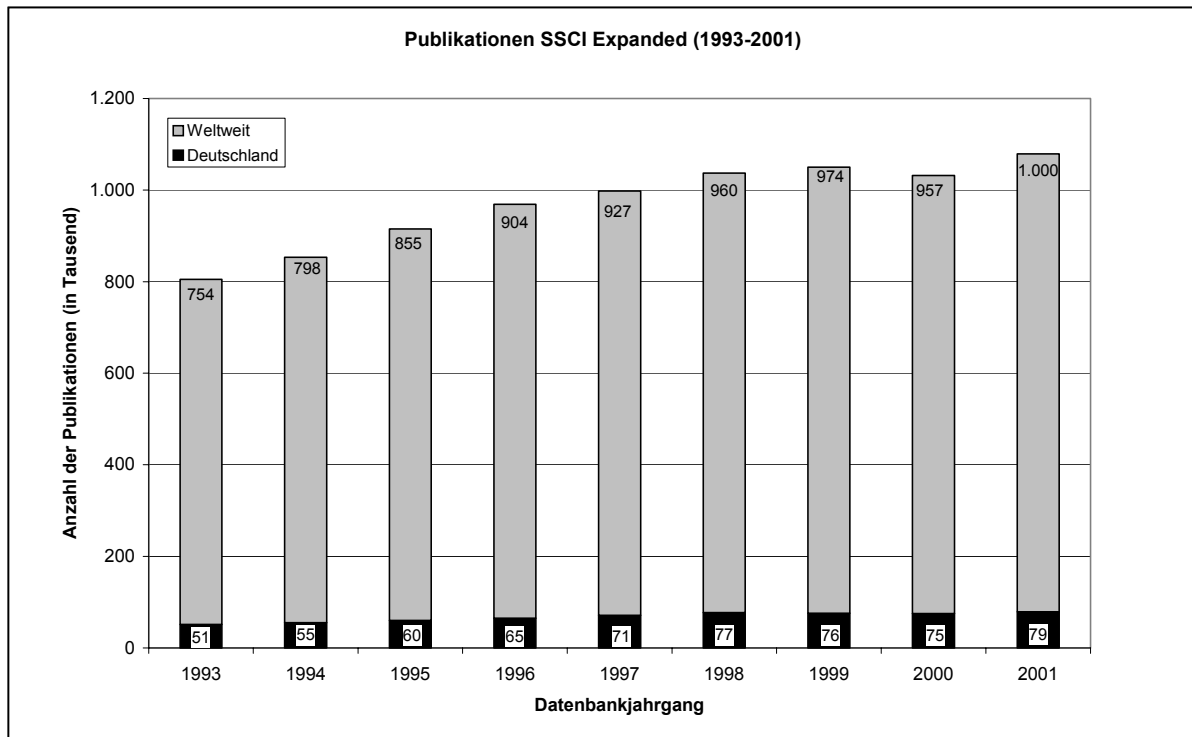
Datenbank:

Grundlage der Untersuchung ist der Science Citation Index Expanded. In dieser multidisziplinären Datenbank sind die wichtigsten international führenden wissenschaftlichen Fachzeitschriften (ca. 6.000) erfasst. Die Abbildung 2.1-1 zeigt die Gesamtanzahl der im Untersuchungszeitraum dieser Analyse im Science Citation Index Expanded erfassten Publikationen und den deutschen Anteil daran.

Die disziplinären Fachdatenbanken DOMA und Compendex eignen sich leider nicht als Datengrundlage für die bibliometrische Untersuchung, da sie die institutionellen Adressen der Autoren nur sehr unvollständig erfassen. Damit ist eine institutionelle Zuordnung der Publikationen nicht verlässlich durchzuführen. Auch werden in diesen Fachdatenbanken keine Zitationen erfasst, so dass Zitationsanalysen auf dieser Datenbasis nicht möglich sind.

² Im Maschinenbau hat neben dem theoretischen und analytischen Arbeiten auch das konstruktive (und in der Realisierungsphase auch experimentelle) Arbeiten eine große Bedeutung. Dieses bedeutet, technische Gebilde zu entwerfen (Geräte, Maschinen, Anlagen, Bauteile etc.) zu konzipieren, auszuarbeiten und schließlich als Prototyp zu bauen. Hierbei sind insbesondere Werkstattleistungen relevant (vgl. Vogel/Frerichs 1999: 25/26). Solche Leistungen werden im vorliegenden Bericht nicht berücksichtigt.

Abbildung 2.1-1



Journalen:

Sowohl die Selektion der Journalen für den internationalen Vergleich als auch die Auswahl der Maschinenbauprofessoren/innen ist aufgrund der starken interdisziplinären Verflechtungen des Maschinenbaus mit der Elektrotechnik, Informatik, Biologie, Chemie und Ökologie sowie der Herausbildung neuer Querschnittsfächer, wie z.B. Mechatronik, Produktentwicklung und Bioverfahrenstechnik, (vgl. Vogel/Frerichs 1999: 38) mit methodischen Problemen behaftet.

Für die in diesem Bericht vorliegende Analyse zum internationalen Vergleich der Maschinenbauforschung (Abschnitt 3.1) wurden die Journalen der Kategorie *Mechanics*³ des Datenbankherstellers ausgewertet. In Abstimmung mit einer entsprechenden Arbeitsgruppe des Wissenschaftsrates zur *Bewertung der internationalen Leistungsfähigkeit des deutschen Maschinenbaus in Wissenschaft und Wirtschaft* wurden die Zeitschriften dieser Kategorie um eine Auswahl (10 Zeitschriften) der für die deutsche Maschinenbauforschung relevanten Zeitschriften ergänzt. Insgesamt wurden somit knapp über 100 Journalen ausgewertet. Für die Jahrgänge 1993 bis 2002 (September) dieses Zeitschriftensets sind im WoS zusammen knapp 100.000 Veröffentlichungen enthalten. Für die ausgewählten Vergleichsländer wurden aus diesem Zeitschriftenset die Publikationen mit der entsprechenden Landesadresse ausge-

³ <http://sunweb.isinet.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=D&SC=PU>

wertet. D.h. es werden dabei nicht nur Publikationen aus Hochschulen, sondern auch Publikationen aus wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen und Publikationen aus Wirtschaftsunternehmen etc. erfasst.

Die Datenbasis für den Vergleich der forschungsstärksten deutschen Hochschulstandorte (Abschnitt 3.2) bilden die im Science Citation Index Expanded erfassten wissenschaftlichen Publikationen deutscher Maschinenbauprofessoren/innen - unabhängig davon, in welcher Zeitschrift sie erschienen sind und welcher Datenbankkategorie sie zugeordnet wurden. Dementsprechend ist der Kreis der Publikationen für die Binnenanalyse Deutschlands größer als für den internationalen Vergleich, da das Spektrum der ausgewerteten Publikationen nicht auf die Kategorie Mechanics beschränkt ist. Eine detaillierte Erläuterung des Datenzugangs für die Binnenanalyse Deutschlands erfolgt in Abschnitt 3.2.

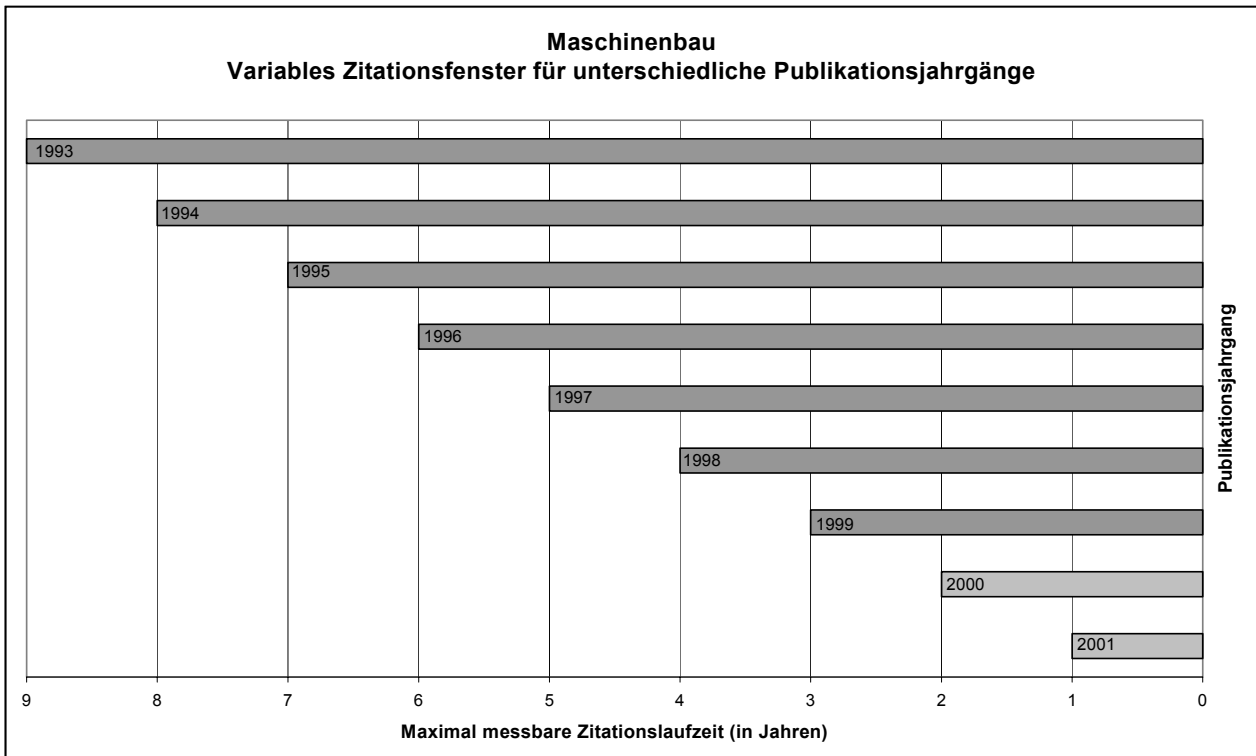
Publikationstypen:

Bei der Bewertung der Indikatoren ist zu berücksichtigen, dass Monographien, Sammelbände, Konferenzbeiträge und Internetdokumente, nicht erfasst wurden. In dieser Untersuchung geht es ausschließlich um die Sichtbarkeit in den international führenden Fachzeitschriften. Von den im WoS erfassten Publikationen wurden die Publikationstypen *Article*, *Review*, *Letter* und *Note* für die Analysen ausgewählt. Alle übrigen Publikationstypen (z.B. Meeting Abstract, Book Review u.a.) wurden nicht berücksichtigt.

2.2 Beobachtungszeitraum

Als Beobachtungszeitraum für die Untersuchung wurden die Publikationsjahrgänge 1993-2001 für den internationalen Vergleich und 1997-2001 für die deutsche Binnenanalyse festgelegt. Für die Publikationsindikatoren bedeutet dies eine neun bzw. fünf Jahre umfassende Zeitspanne. Der Zitations-Indikator wirft in jeder bibliometrischen Studie ein grundsätzliches Dilemma auf: einerseits sollen die Ergebnisse möglichst aktuell sein, um entscheidungsrelevante Informationen für Evaluationsprozesse bereitstellen zu können. Andererseits ist es zur Erfassung des Rezeptionserfolgs der Publikationen erforderlich, eine Mindestwartezeit verstreichen zu lassen, bevor die Zahl der Zitationen gemessen wird. Beträgt diese Zeit nur ein bis zwei Jahre, so sind lediglich Aussagen über den sogenannten Kurzzeitimpact möglich. Eine spätere Messung des Langzeitimpact kann demgegenüber veränderte Bewertungen erbringen. Vor diesem Hintergrund wurde die Entscheidung getroffen, für den Zitationsindikator mit einem variablen Zeitfenster (Abbildung 2.2-1) zu arbeiten, um für jeden Publikationsjahrgang die maximale Zitationslaufzeit nutzen zu können.

Abbildung 2.2-1



Mithin hat der Zitationsindikator für den Publikationsjahrgang 1993 die höchste Validität (diese Publikationen hatten bis zu neun Jahre Zeit, Zitationen auf sich zu ziehen). Mit abnehmendem Alter sinkt tendenziell auch die Validität des Zitationsindicators, für die letzten beiden Jahrgänge (2001 und 2000) wird er deshalb in diesem Bericht nicht ausgewiesen.

Der konkrete Messzeitpunkt wurde so spät wie möglich gelegt; tatsächlich sind in dieser Studie sämtliche Zitationen berücksichtigt, die bis September 2002 Eingang in das WoS gefunden haben.

Die Indikatoren (vgl. Abschnitt 3.2) wurden für die Länder des internationalen Vergleiches sowie die 10 publikationsstärksten deutschen Hochschulstandorte auch jahrgangsweise separat berechnet und ausgewiesen, so dass deren Entwicklung auch in den einzelnen Jahren des Beobachtungszeitraums beurteilt werden kann.

Die Untersuchung kann auf dieser Basis in beliebigen Abständen aktualisiert werden.

2.3 Indikatoren

Ideale Lösungen für die Konstruktion bibliometrischer Indikatoren, die für alle Anwendungsfälle in gleicher Weise optimal geeignet wären, gibt es nicht. Dieses Problem begleitet die Bibliometrie seit ihren Anfängen vor mehr als 25 Jahren (vgl. Narin 1976), und die Auseinandersetzung um sogenannte Standards für bibliometrische Analysen hat nicht zu einer einheitlichen Lösung geführt (vgl. Moed 1996, Glänzel 1996, Katz 1996, Zitt et al. 1996, Van Hooydonk 1998). Insbesondere das Problem der Repräsentativität der zugrundeliegenden Datenbanken wird immer wieder aufgeworfen (vgl. van Leeuwen et al. 2001 und Zitt et al. 2003). Bislang ist kein Konsens in Richtung generell akzeptierter Normen zu erkennen. In der Praxis müssen in der Regel Kompromisse geschlossen werden, und eine abschließende Validierung bibliometrischer Ergebnisse durch Experten der jeweiligen Disziplinen bleibt unabdingbar. Die für diese Untersuchung angewandten Indikatoren stellen demzufolge auch keine Ideallösung dar. Sie berücksichtigen jedoch den 'Stand der Technik' in der Indikatorenentwicklung. Erfahrungen belegen, dass mit diesen Indikatoren wertvolle Informationen für Evaluationsprozesse von Institutionen zu gewinnen sind (vgl. z.B. Moed & Hesselink 1996).

Es wurden zwei Gruppen bibliometrischer Indikatoren gebildet, die Informationen zu den Bereichen Publikationsaktivität und erzielte Rezeptionswirkungen liefern. Im Einzelnen wurden folgende Indikatoren erhoben:

Aktivität

P	Zahl der Publikationen
P%	Anteil am weltweiten (internationaler Vergleich) bzw. deutschen (Binnenanalyse) Publikationsoutput in %

Wirkung

Z	Summe der Zitationen
P_{nz}%	Anteil der bislang unzitert gebliebenen Publikationen in %
Z_{max}	Zitationsmaximum
Z/P	Zitationsrate
(Z/P)/JCS_m	Relative Zitationsrate (journalbezogen)

Für die Wirkungsindikatoren wurden alle Zitierungen berücksichtigt, die bis September 2002 im WoS verzeichnet worden sind. Die gebildeten Zeitreihen sind von der abnehmenden Laufzeit zur Erzielung von Zitationen geprägt: Publikationen des Jahr-

gangs 1993 hatten die größten Chancen, hohe Zitationsraten zu erreichen, solche des Jahrgangs 1999 dagegen deutlich geringere (für die Jahrgänge 2000 und 2001 werden die Wirkungsindikatoren nicht separat ausgewiesen, vgl. Abschnitt 2.2).

Dieser Effekt lässt sich durch die Bildung relativer Indikatoren neutralisieren: für die journalbezogene relative Zitationsrate wird pro Jahrgang die tatsächlich erzielte Zitationsrate jeder Publikation ins Verhältnis zur durchschnittlichen Zitationsrate aller Publikationen der jeweiligen Zeitschrift (Erwartungswert) gesetzt. Damit wird der gewählte Publikationskanal (die Zeitschrift) zum Maßstab für die Beurteilung der tatsächlich erzielten Zitationsrate. Alternativ kann auch die durchschnittliche Zitationsrate des jeweiligen disziplinären Feldes als Erwartungswert herangezogen werden. Das hat allerdings den Nachteil, dass an einem sehr hoch aggregierten Wert normiert wird, in den unter Umständen ganz unterschiedliche Zeitschriften eingehen. Innerhalb eines disziplinären Feldes können erhebliche Unterschiede zwischen den Journalen bestehen, und diese Unterschiede können sich auf mehrere Dimensionen beziehen: Auflagenhöhe und Verbreitungsgrad, Erscheinungsrhythmus, disziplinäre Ausrichtung, Publikationssprache, Reputation und Qualität, theoretische vs. experimentelle Orientierung, Spezialisierungsgrad (general interest vs. speciality focus), regionale vs. nationale vs. internationale Ausrichtung. Jeder dieser Faktoren hat Auswirkungen auf die Zitationsraten der Journale; ihr Zusammenspiel ist jedoch noch nicht hinreichend erforscht (vgl. Garfield 1998b und c). Im Aggregat eines feldbezogenen Erwartungswertes werden all diese Unterschiede von vielen Zeitschriften zu einem einzigen Normwert verdichtet, an dem dann jede Publikation unterschiedslos gemessen wird. Die Effekte einer solchen Normierung an hochaggregierten Erwartungswerten sind schwer zu kontrollieren; im vorliegenden Bericht wird daher nur der leichter nachvollziehbare journalbezogene Zitationsindikator dargestellt.

Für die journalbezogene relative Zitationsrate $((Z/P)/JCS_m)$ wird der Quotient aus der Summe der *erzielten* Zitationen pro Publikation (Z/P), dividiert durch die Summe der *erwarteten* Zitationen pro Publikation (JCS_m)⁴ gebildet. Mit dem Indikator $(Z/P)/JCS_m$ kann der erzielte Rezeptionserfolg vor dem Hintergrund des internationalen Durchschnitts bewertet werden; Referenzgruppe ist die Gesamtheit der in den betreffenden Zeitschriften veröffentlichten Arbeiten. Auf diese Weise orientiert sich die Bewertung der Rezeptionserfolge der einzelnen Publikationen am Durchschnitt der scientific community, die in denselben Zeitschriften aktiv ist.

Neben den Durchschnittswerten können auch Minimal- und Maximalwerte aufschlussreich sein: Die in diesem Bericht zusammengestellten Indikatorentableaus enthalten daher jeweils auch die Zahl der bislang unzitirt gebliebenen Publikationen

⁴ JCS_m = mean journal citation score.

(P_{nz}) und die Zahl der Zitationen für die höchstzitierte Publikation - das Zitationsmaximum (Z_{\max}).

Das Ausschließen von Selbstzitationen kann beim Vergleich von Forschungsgruppen von Interesse sein. Bei höher aggregierten Einheiten (wie den meisten der hier betrachteten Einrichtungen) kommt es erfahrungsgemäß dadurch nicht zu nennenswerten Änderungen der Bewertungen. Für die vorliegende Studie wurden sie daher nicht besonders erfasst. Es würde hier auch nicht ausreichen, Selbstzitationen lediglich auf personeller Ebene zu identifizieren, vielmehr wäre auch die Ebene der Forschungsgruppe und des Instituts zu kontrollieren. Dabei ergeben sich jedoch schnell technische Grenzen.

In Deutschland wird immer wieder in wenig professioneller Weise mit sogenannten impact-Faktoren operiert (vgl. Garfield 1998a). Impact-Faktoren werden vom Hersteller des *Science Citation Index*, dem Institute for Scientific Information in Philadelphia als kommerzielles Produkt angeboten, und zwar im Rahmen der jährlich aktualisierten *Journal Citation Reports (JCR)*. Der neben vielen anderen Daten in den JCR enthaltene impact-factor für Zeitschriften basiert auf einem sehr kleinen Zeitfenster für Publikationen und Zitationen: er wird berechnet als Quotient aus der Summe aller Zitationen des laufenden Jahres (z.B. 2000) für die in den zurückliegenden zwei Jahren (1999 und 1998) erschienenen Publikationen einer Zeitschrift, dividiert durch die Anzahl dieser Publikationen. Es handelt sich also um ein Maß für den durchschnittlichen Kurzzeitwirkungsgrad der Zeitschriften. Versuche, die Zitationswirkung von Publikationen mittels impact-factor zu schätzen statt exakt zu messen, entsprechen nicht dem Stand der Technik und sind für seriöse bibliometrische Studien abzulehnen (vgl. Opthof 1997 und Seglen 1997). Die berechtigte Kritik an der Verwendung von impact-Faktoren hat allerdings bei manchen Betroffenen leider zu einer un gerechtfertigten Pauschalablehnung sämtlicher bibliometrischen Methoden geführt.

In der vorliegenden Studie wurde der impact-factor *nicht* verwendet. Statt dessen wurde für jede einzelne Veröffentlichung die (bis September 2002) tatsächlich erzielte Zahl von Zitationen recherchiert. Es handelt sich also bei den in diesem Bericht ausgewiesenen Wirkungsindikatoren nicht um Schätzwerte, sondern um real gemessene Ergebnisse.

3. ERGEBNISSE

Die Darstellung der Ergebnisse zeigt zunächst Indikatoren zur Sichtbarkeit Deutschlands in den international führenden Zeitschriften auf dem Gebiet des Maschinenbaus für den Untersuchungszeitraum 1993-2001. Ausgewiesen wird der Anteil der Publikationen mit deutscher Beteiligung am Gesamtvolumen der ausgewerteten Publikationen sowie in einem differenzierten Zeitschriftenprofil, der deutsche Anteil an den Publikationen der einzelnen Zeitschriften (Abschnitt 3.1). Im Anschluss daran werden Indikatoren zur Publikationsaktivität und zum Rezeptionserfolg der deutschen Maschinenbauforschung und ausgewählter Vergleichsländer dargestellt (Abschnitt 3.1.1).

Es folgen Ergebnisse der Binnenanalyse der deutschen Maschinenbauforschung an Universitäten und gleichgestellten Hochschulen für den Untersuchungszeitraum 1997-2001 (Abschnitt 3.2). Anhand einer Systematik des Maschinenbaus (s. S. 22) und Auswahlkriterien für Professoren/innen der Maschinenbauforschung wird der Datenzugang für die Binnenanalyse Deutschland erläutert (Abschnitt 3.2.1). Darauf aufbauend erfolgt ein Vergleich der Publikations- und Zitationsindikatoren der Maschinenbauforschung an den einzelnen Hochschulstandorten, der die Identifikation der publikations- und wirkungsstärksten deutschen Hochschulen auf dem Gebiet des Maschinenbaus ermöglicht (Abschnitt 3.2.2). Für die 10 publikationsstärksten Hochschulstandorte werden die Aktivitäts- und Wirkungsindikatoren jahrgangweise ausgewiesen (Abschnitt 3.2.3).

3.1 Internationaler Vergleich

Die im folgenden dargestellten Indikatoren beruhen auf den Publikationen in den Zeitschriften der Kategorie *Mechanics*. Aus diesem Zeitschriftenset wurden für die ausgewählten Vergleichsländer alle Publikationen mit der jeweils entsprechenden Landesadresse ausgewertet. D.h. für die ausgewählten Vergleichsländer wurden nicht nur Publikationen aus Hochschulen, sondern auch Publikationen aus wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen und Wirtschaftsunternehmen erfasst.⁵

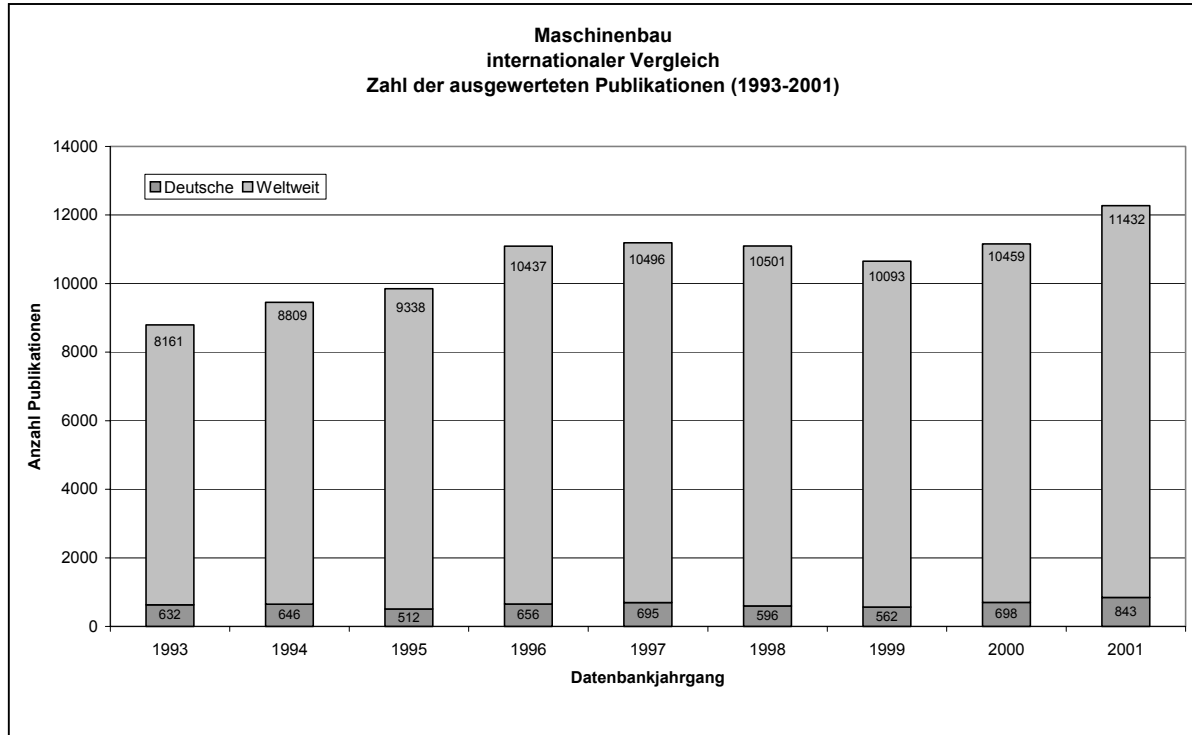
Abbildung 3.1-1 zeigt jahrgangweise die Anzahl der Publikationen mit deutscher Beteiligung am Gesamtvolumen der ausgewerteten Publikationen (1993-2001). Das Publikationsvolumen der Kategorie *Mechanics*⁶ ist 2001 rund ein Drittel größer als zu Beginn des Erhebungszeitraumes 1993. Die Anzahl der deutschen Publikationen

⁵ Zur Problematik der unscharfen Abgrenzung der Maschinenbauforschung durch dieses Zeitschriftenset vgl. Abschnitt 2.1.

⁶ Unter Einschränkung auf die Publikationstypen *Article*, *Review*, *Letter* und *Note* (vgl. Abschnitt 2.1).

bewegt sich zwischen rund 630 Publikationen 1993 und rund 840 Publikationen 2001.

Abbildung 3.1-1



Das spezifische Zeitschriftenprofil dieses deutschen Anteils an der Maschinenbau- forschung ist in der Tabelle 3.1-1 dargestellt.⁷ Es zeigt alle Zeitschriften mit mindestens 30 deutschen Publikationen im Beobachtungszeitraum, jeweils mit der Gesamtzahl ihrer Publikationen (N), dem deutschen Anteil (N_{GER} , $N_{GER}\%$), sowie der durchschnittlichen Zitationsrate (JCS).

Deutlich herausragend sind Anteile der deutschen Publikationen in der *Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik* und der *Zeitschrift Forschung im Ingenieurwesen – Engineering Research* (47.4% und 75.5%) sowie den Zeitschriften *Archive of Applied Mechanics* und *Continuum Mechanics and Thermodynamics* (33,3% und 38,4%).

⁷ Zeitschriften, die der Kategorie Mechanics nach Auswahl durch die entsprechende Arbeitsgruppe des Wissenschaftsrates hinzugefügt wurden (vgl. Abschnitt 2.1), sind kursiv gedruckt. Eine Gesamtliste der Zeitschriften findet sich im Anhang.

Tabelle 3.1-1
Maschinenbau
Zeitschriften nach Anzahl der Publikationen ($N_{ger}>30$)
mit deutscher Beteiligung 1993-2001

N_{ger}	N_{total}	$N_{ger}\%$	JCS	Zeitschrift
1507	3177	47.4	0.5	ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK
209	277	75.5	0.6	FORSCHUNG IM INGENIEURWESEN-ENGINEERING RESEARCH
208	2353	8.8	4.7	COMPUTER METHODS IN APPLIED MECHANICS AND ENGINEERING
189	4150	4.6	1.1	JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY
157	471	33.3	2.3	ARCHIVE OF APPLIED MECHANICS
155	1532	10.1	2.8	CRYOGENICS
153	3298	4.6	4.3	INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND MASS TRANSFER
151	3228	4.7	9.3	JOURNAL OF FLUID MECHANICS
150	1144	13.1	3.5	EXPERIMENTS IN FLUIDS
126	2560	4.9	4.2	INTERNATIONAL JOURNAL OF SOLIDS AND STRUCTURES
116	1681	6.9	2.6	INTERNATIONAL JOURNAL OF FRACTURE
115	972	11.8	2.2	ACTA MECHANICA
113	2968	3.8	3.6	WEAR
113	1623	7.0	2.5	ENGINEERING FRACTURE MECHANICS
110	5086	2.2	2.6	JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION
94	562	16.7	3.9	JOURNAL OF MICROMECHANICS AND MICROENGINEERING
92	798	11.5	3.5	JOURNAL OF TURBOMACHINERY-TRANSACTIONS OF THE ASME
82	674	12.2	1.4	VEHICLE SYSTEM DYNAMICS
76	198	38.4	4.5	CONTINUUM MECHANICS AND THERMODYNAMICS
74	1580	4.7	7.1	COMBUSTION AND FLAME
71	1257	5.6	1.5	JOURNAL OF WIND ENGINEERING AND INDUSTRIAL AERODYNAMICS
68	733	9.3	4.1	COMPUTATIONAL MECHANICS
68	556	12.2	1.4	HEAT AND MASS TRANSFER
66	1372	4.8	3.6	COMBUSTION SCIENCE AND TECHNOLOGY
65	1045	6.2	1.4	JOURNAL OF ENGINEERING FOR GAS TURBINES AND POWER- TRANSACTIONS OF THE ASME
64	648	9.9	2.6	EXPERIMENTAL THERMAL AND FLUID SCIENCE
51	518	9.8	3.1	INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION-REVUE INTERNATIONALE DU FROID
50	1164	4.3	1.1	INTERNATIONAL JOURNAL OF PRESSURE VESSELS AND PIPING
48	440	10.9	3.7	STRUCTURAL OPTIMIZATION
48	396	12.1	3.1	EUROPEAN JOURNAL OF MECHANICS B-FLUIDS
44	601	7.3	3.2	INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND FLUID FLOW
42	1216	3.5	3.9	INTERNATIONAL JOURNAL FOR NUMERICAL METHODS IN FLUIDS
42	757	5.5	1.3	MECHANICS RESEARCH COMMUNICATIONS
41	485	8.5	5.5	INTERNATIONAL JOURNAL OF PLASTICITY
41	471	8.7	6.8	ARCHIVE FOR RATIONAL MECHANICS AND ANALYSIS
40	825	4.8	2.5	INTERNATIONAL JOURNAL OF IMPACT ENGINEERING
36	759	4.7	4.7	INTERNATIONAL JOURNAL OF MULTIPHASE FLOW
35	720	4.9	6.0	AEROSOL SCIENCE AND TECHNOLOGY
33	291	11.3	2.7	APPLIED SCIENTIFIC RESEARCH
31	1097	2.8	2.6	JOURNAL OF FLUIDS ENGINEERING-TRANSACTIONS OF THE ASME
30	438	6.8	3.5	COMPUTERS & FLUIDS

N_{total} : Anzahl der Publikationen insgesamt

N_{GER} : Anzahl der Publikationen mit deutscher Beteiligung

$N_{GER}\%$: Anteil der deutschen Publikationen in %

JCS: Journal Citation Score 1993-2001

3.1.1 Publikationsaktivität und Rezeptionserfolg der deutschen Maschinenbauforschung im internationalen Vergleich

Im Rahmen des internationalen Vergleichs wird die Position Deutschlands in den international führenden Fachzeitschriften vor dem Hintergrund der entsprechenden Durchschnittswerte dargestellt. Darüber hinaus werden die deutschen Werte im Einzelnen mit denen der folgenden Nationen kontrastiert:

- Frankreich
- Italien
- Japan
- Niederlande
- Schweden
- Schweiz
- Spanien
- USA
- Vereinigtes Königreich (UK)

Um den Vergleich mit den USA auf eine angemessene Grundlage zu stellen, werden zusätzlich die Werte für die Europäische Union (EU15) ausgewiesen.

Tabelle 3.1.1-1
Maschinenbau
Internationaler Vergleich
Indikatortableau - Gesamtzeitraum (1993-2001) nach Publikationen

Indikatoren	P	E*	F**	P/E	P/F	P%	Z	Zmax	Pnz%	Z/P	(Z/P)/ JCS _m
Land											
USA	28941	273,1	1261,2	106	23	31.6	127058	228	29.0	4.39	1.14
EU15	27568	374,3	969,1	73,7	28,5	30.1	85508	228	37.4	3.10	1.04
UK	8481	58,7	157,7	144,5	53,8	9.3	28297	147	33.4	3.34	1.03
Japan	7164	126,5	647,6	56,6	11,1	7.8	15961	72	42.7	2.23	0.95
Germany	5840	82,0	257,8	71,2	22,7	6.4	14816	93	47.6	2.54	1.06
France	4654	59,0	172,0	78,9	27,1	5.1	16398	151	34.2	3.52	1.09
Italy	2970	57,3	66,1	51,8	44,9	3.2	8626	61	35.2	2.90	1.00
Netherlands	1329	15,8	40,3	84,1	33	1.5	5561	83	29.2	4.18	1.20
Sweden	1208	8,9	40,0	135,7	30,2	1.3	4437	98	31.5	3.67	1.10
Spain	892	39,4	76,7	22,6	11,6	1.0	3196	228	34.5	3.58	1.12
Switzerland	730	7,1	25,8	102,8	28,3	0.8	2563	93	32.2	3.51	1.17

*E: Einwohner in Mio. (Quelle Bevölkerungszahlen: Demographic Yearbook 1999, Bd. 51, United Nations, New York 2001.)

**F: Zahl der Forscher/innen 2000 in Tausend (Quelle Forscher/innen, Vollzeitäquivalente: OECD Main Science & Technology, November 2002.)

P/E: Publikationen pro Einwohner

P/F: Publikationen pro Tausend Forscher/innen

In Tabelle 3.1.1-1 sind alle Indikatoren für diese ausgewählten Vergleichsländer in einer Übersicht zusammengefasst. Eine detaillierte Interpretation der wichtigsten Indikatoren erfolgt anhand der Abbildungen 3.1.1-1 bis 3.1.1-5. In diesen Abbildungen werden der Anteil am weltweiten Publikationsoutput (P%), die Publikationen pro Einwohner (P/E) und pro Forscher/innen (P/F), die Zitationsrate (Z/P) sowie die relative (journalbezogene) Zitationsrate ($Z/P/JCS_m$) für die ausgewählten Länder im gesamten Beobachtungszeitraum dargestellt.

In Bezug auf den prozentualen Anteil am weltweiten Publikationsoutput 1993-2001 (Abbildung 3.1.1-1) liegt Deutschland mit 6,4 Prozent zusammen mit dem Vereinigten Königreich, Japan und Frankreich im Mittelfeld. Der Anteil der USA weicht ihrer Größe entsprechend mit 31,6 Prozent erwartungsgemäß deutlich ab, liegt jedoch nur knapp über dem Vergleichswert der EU15-Länder mit 30,1 Prozent. Die Schlussgruppe hinsichtlich des Publikationsoutputs bilden Italien, die Niederlande, Schweden, Spanien und die Schweiz mit Anteilen von 3,2 bis 0,8 Prozent.

Setzt man die Publikationszahlen der Länder jedoch ins Verhältnis zu ihren Einwohnerzahlen (Abbildung 3.1.1-2), verändert sich das Bild. Es wird deutlich, dass andere europäische Länder im Vergleich zu ihrer Größe höhere Werte als Deutschland aufweisen. Gemessen an der relativierten Publikationsanzahl herausragend sind das Vereinigte Königreich und Schweden. Mit 144,4 bzw. 135,7 Publikationen pro Million Einwohner weichen sie deutlich von der Anzahl anderer europäischer Länder wie der Schweiz, den Niederlanden, Frankreich und Deutschland und sogar den USA ab. Japan bildet zusammen mit Italien und Spanien die Schlussgruppe der Publikationszahlen pro Einwohner der Vergleichsländer.

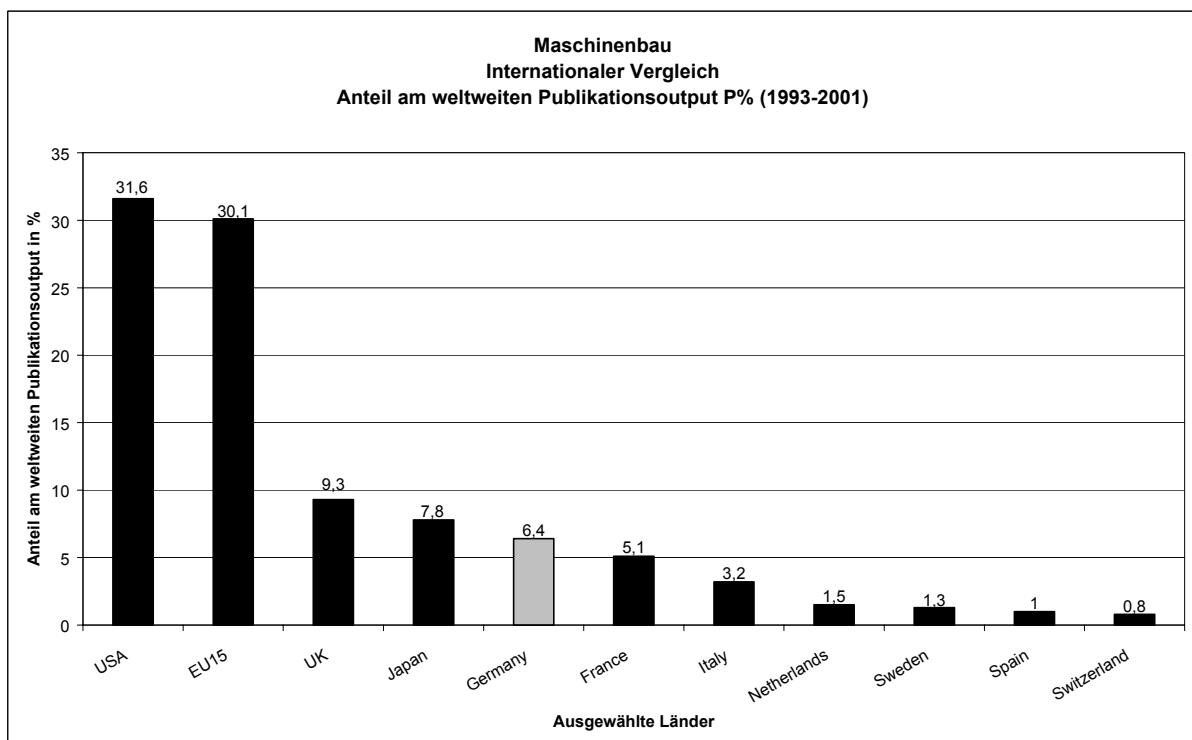
Bezieht man die Anzahl der Publikationen auf die Anzahl der Forscher/innen (Abbildung 3.1.1-3) verändert sich die Position Deutschlands im Verhältnis zu den ausgewählten Vergleichsländern kaum. Mit 22,6 Publikationen pro Tausend Forscher/innen liegt Deutschland im unteren Mittelfeld der Vergleichsländer. Deutlich verändern sich hingegen die Position der USA und Italiens: Während die USA mit 22,9 Publikationen pro Tausend Forscher/innen in das untere Mittelfeld der Vergleichsländer fallen, liegt Italien mit 44,9 Publikationen pro Tausend Forscher/innen direkt hinter dem Vereinigten Königreich, welches mit 53,7 Publikationen pro Tausend Forscher/innen gegenüber den Vergleichsländern führend ist.

Auch hinsichtlich des mit den Publikationen ausgelösten Rezeptionserfolgs (gemessen über die absolute Zitationsrate, Abbildung 3.1.1-4) bleibt Deutschland mit durchschnittlich 2,5 Zitationen pro Publikation nicht nur hinter den USA, den Niederlanden und Schweden, sondern auch hinter Spanien, Frankreich, der Schweiz und dem

Vereinigten Königreich zurück. Lediglich Publikationen aus Japan werden im Durchschnitt seltener zitiert als deutsche Publikationen.⁸

Betrachtet man den Indikator $(Z/P)/JCS_m$ (Abbildung 3.1.1-5), der den tatsächlich erzielten Rezeptionserfolg (Z/P) am Erwartungswert (internationaler Durchschnitt, JCS_m) relativiert (vgl. Abschnitt 2.3 Indikatoren), zeigt sich, dass Deutschland wie die EU15 insgesamt leicht über dem Weltdurchschnitt liegt. Von den ausgewählten Vergleichsländern erreichen jedoch viele, insbesondere die Niederlande, die Schweiz, die USA und Spanien, deutlich höhere Werte.

Abbildung 3.1.1-1



⁸ Neuere Untersuchungen haben Hinweise darauf ergeben, dass Zitationsraten nichtenglischsprachiger Länder unter bestimmten Umständen höher ausfallen können, wenn die Publikationen der jeweiligen Landessprache von der Auswertung ausgeschlossen werden (vgl. Van Leeuwen et al. 2001 und Zitt et al. 2003). Für die vorliegende Analyse wurde dieser Sachverhalt in Bezug auf die Publikationen der deutschen Maschinenbauforschung überprüft. Die Einschränkung auf die englischsprachigen Publikationen der deutschen Maschinenbauforschung ergab eine Veränderung der Zitationsrate von 2,54 auf 2,86. Eine ähnliche Erhöhung der Zitationsrate (+0,23) ergab sich innerhalb der Gruppe der Vergleichsländer nur für Frankreich. Die Position Deutschlands im internationalen Vergleich gemessen an der absoluten Zitationsrate verändert sich damit nicht und auch Frankreich verändert nur seine Position innerhalb des dicht gestaffelten Mittelfeldes. Eine Selektion nach der Publikationssprache wurde daher nicht vorgenommen.

Abbildung 3.1.1-2

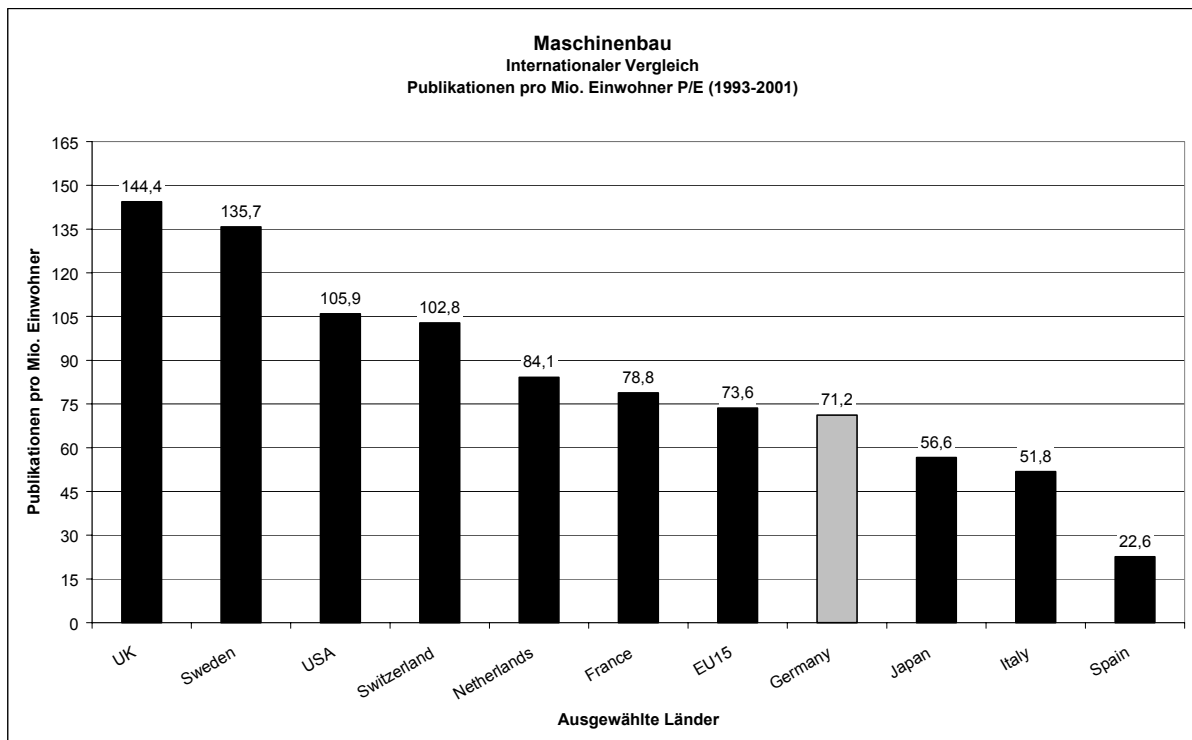


Abbildung 3.1.1-3

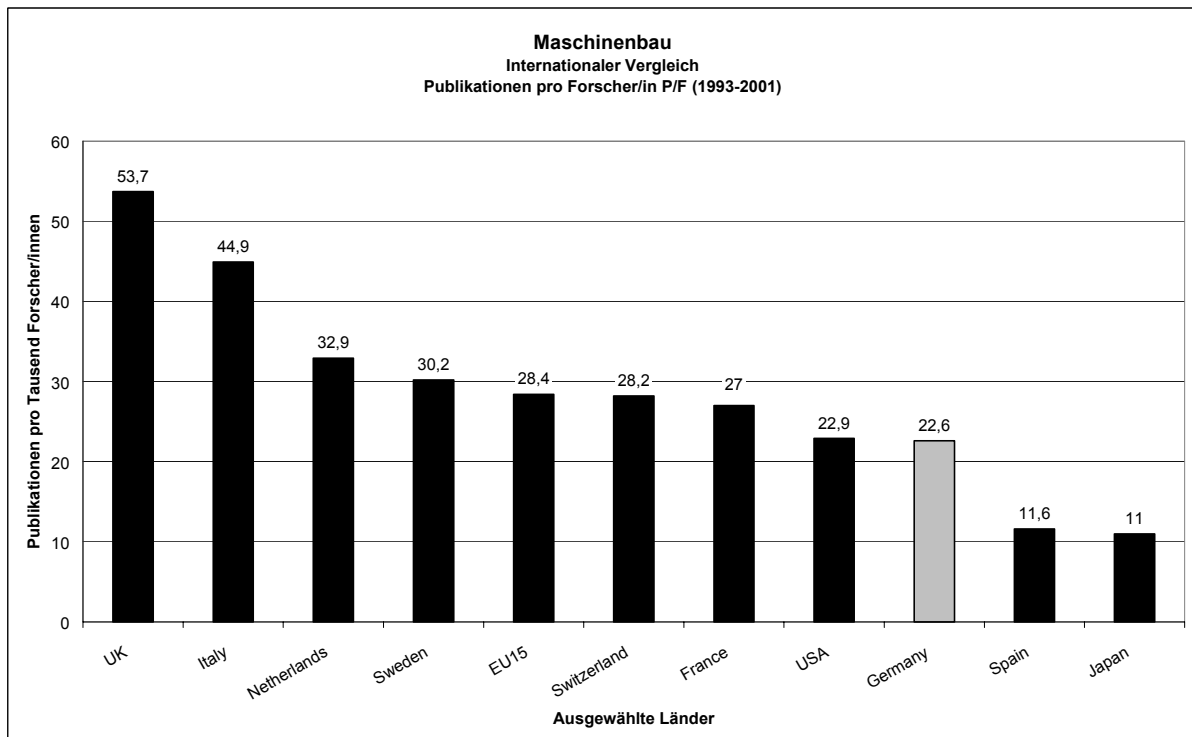


Abbildung 3.1.1-4

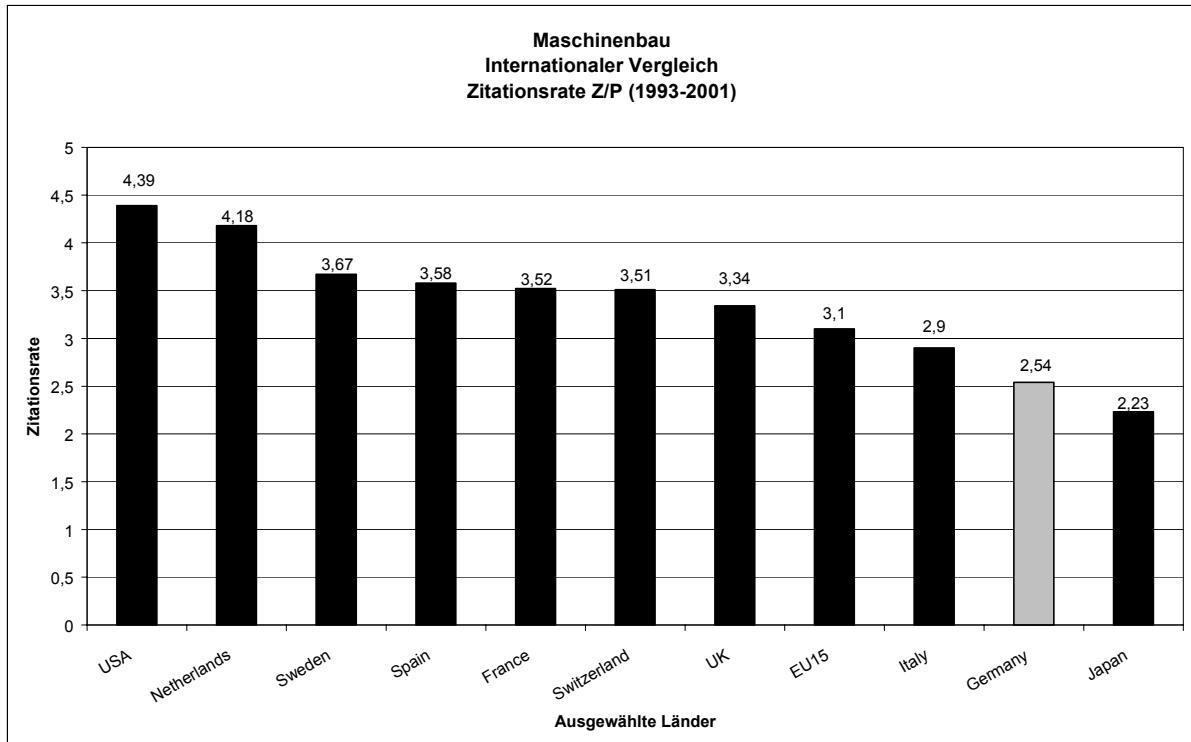
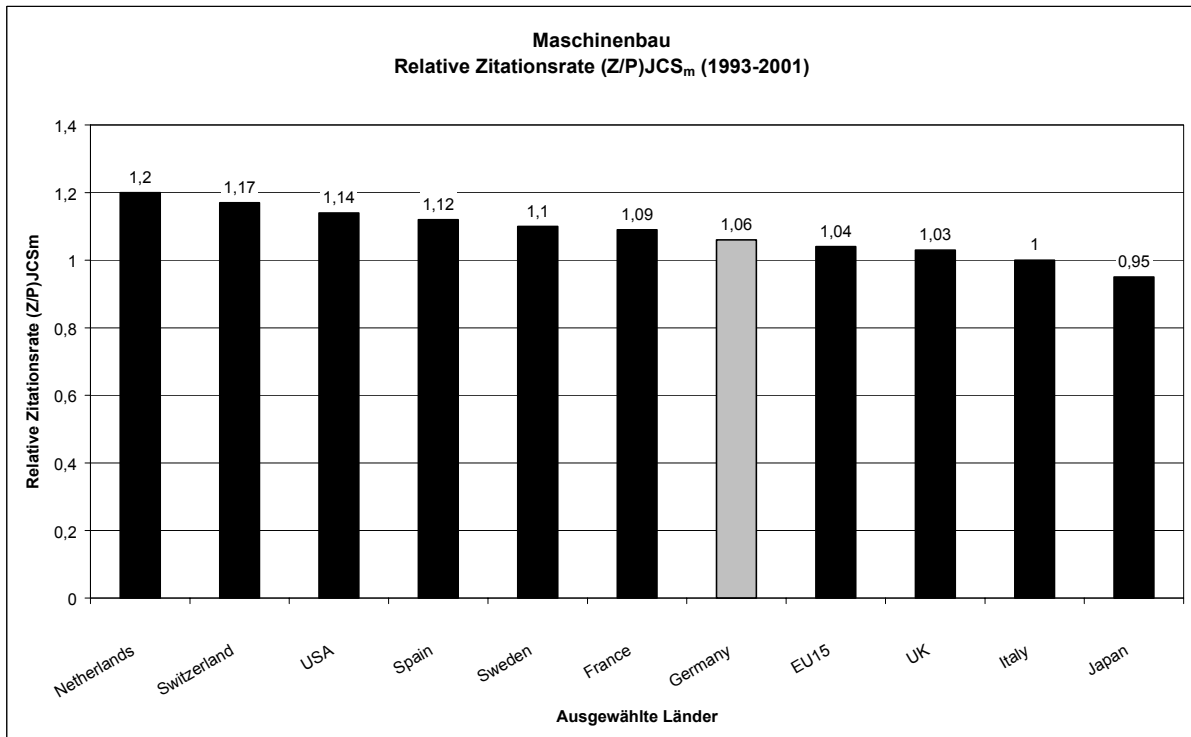


Abbildung 3.1.1-5



Die Tabellen 3.1.1-2 bis 3.1.1-4 fassen für die ausgewählten Länder jahrgangswise die Indikatoren P für den Zeitraum 1993-2001, sowie die Indikatoren Z/P und (Z/P)/JCS_m für den Zeitraum 1993-1999 (vgl. Abschnitt 2.2) zusammen. In der Zeitreihe wird erkennbar, dass der Anteil der USA am weltweiten Publikationsoutput von 37,3 Prozent auf knapp 27,9 Prozent fällt, wohingegen der europäische Anteil im gleichen Zeitraum von 29,4 Prozent auf 32,5 Prozent steigt (Tabelle 3.1.1-2).

Tabelle 3.1.1-2
Maschinenbau
Internationaler Vergleich
Anteil am Publikationsoutput (P%)
Ausgewählte Länder jahrgangswise

Land	EU15	France	Germany	Italy	Japan	Netherlands	Spain	Sweden	Switzerland	UK	USA
Jahr											
1993	29.4	4.5	7.7	2.7	8.7	1.5	0.9	1.5	0.6	8.3	37.3
1994	28.9	5.0	7.3	2.4	8.4	1.3	0.5	1.3	0.7	8.3	35.9
1995	28.3	4.5	5.5	3.0	7.6	1.4	0.8	1.2	0.7	9.6	36.5
1996	31.1	5.3	6.3	3.4	7.6	1.8	1.1	1.2	0.9	9.5	33.2
1997	30.3	5.1	6.6	3.4	8.1	1.3	0.9	1.2	0.7	9.1	30.7
1998	31.3	5.7	5.7	3.8	8.3	1.4	1.2	1.4	0.9	9.7	32.1
1999	31.3	5.4	5.6	3.5	9.0	1.6	1.1	1.6	0.9	10.1	30.0
2000	32.4	5.6	6.7	3.6	7.0	1.5	1.1	1.3	1.0	10.6	29.2
2001	32.5	5.2	7.4	3.7	7.5	1.5	1.1	1.5	0.9	9.5	27.9

Tabelle 3.1.1-3
Maschinenbau
Internationaler Vergleich
Zitationsrate (Zitationen pro Publikation)
Ausgewählte Länder jahrgangswise

Land	EU15	France	Germany	Italy	Japan	Netherlands	Spain	Sweden	Switzerland	UK	USA
Jahr											
1993	6.18	6.78	4.24	6.04	4.27	8.37	10.99	8.20	9.02	7.23	7.98
1994	5.45	6.77	3.64	5.13	4.13	8.02	6.29	7.93	7.72	6.15	7.43
1995	4.85	5.13	4.43	4.62	2.90	5.46	5.70	5.05	5.05	5.26	6.12
1996	3.89	4.69	3.22	3.77	2.69	5.10	4.02	4.48	3.57	4.13	5.35
1997	3.39	3.91	2.50	3.38	2.45	4.78	3.71	3.81	4.17	3.76	4.55
1998	2.76	2.95	2.91	2.37	1.84	3.13	2.98	2.89	2.97	2.78	3.58
1999	2.04	2.30	1.85	2.42	1.30	2.80	2.30	1.96	2.42	2.02	2.42

Tabelle 3.1.1-4
Maschinenbau
Internationaler Vergleich
Relative Zitationsrate ((Z/P)/JCS_m)
Ausgewählte Länder jahrgangswise

Land	EU15	France	Germany	Italy	Japan	Netherlands	Spain	Sweden	Switzerland	UK	USA
Jahr											
1993	1.08	1.07	1.13	0.91	0.99	1.15	1.60	1.24	1.51	1.05	1.12
1994	1.04	1.17	0.99	0.95	1.06	1.28	0.97	1.18	1.45	1.00	1.14
1995	1.05	1.11	1.03	1.01	0.87	0.96	1.08	1.00	0.98	1.09	1.15
1996	1.04	1.13	1.12	0.98	0.90	1.31	0.97	1.04	0.97	1.00	1.16
1997	1.03	1.06	0.96	1.07	0.92	1.28	0.95	1.00	1.14	1.04	1.15
1998	1.02	1.02	1.10	0.97	0.92	1.14	1.01	1.07	1.01	1.00	1.15
1999	1.05	1.04	1.06	1.21	0.91	1.32	1.14	1.10	1.11	1.00	1.11

3.2 Binnenanalyse Deutschland

Im Modul 2 der Untersuchung wurde eine Binnenanalyse Deutschlands durchgeführt mit dem Ziel, die publikationsstärksten deutschen Hochschulstandorte auf dem Gebiet des Maschinenbaus zu identifizieren und deren Publikationsoutput in den international führenden Journalen zu analysieren.

Der Beobachtungszeitraum umfasst die Jahrgänge 1997-2001. Datenbasis sind die im ‚Science Citation Index Expanded‘ erfassten wissenschaftlichen Publikationen deutscher Maschinenbauprofessoren/innen (C3 und C4) – unabhängig davon, in welcher Zeitschrift sie erschienen sind.⁹ Das heißt, es werden alle Publikationen berücksichtigt, die von Professoren/innen des Maschinenbaus an Universitäten und gleichgestellten Hochschulen in Deutschland stammen.¹⁰

Die Forschung im Gebiet des Maschinenbaus umfasst ein breites Spektrum von einschlägigen Institutsbezeichnungen, Arbeitsgebieten und Forschungsschwerpunkten (vgl. Vogel/Frerichs, 1999: 18), die jedoch nicht an allen Hochschulstandorten ausschließlich an den Fakultäten bzw. Fachbereichen für Maschinenbau bzw. Maschinenwesen, wie sie an einigen Hochschulen genannt werden, angesiedelt sind. Während einige Hochschulen z.B. Regelungstechnik dem Fachbereich Maschinenbau zuordnen, siedeln andere Hochschulen Lehrstühle für Regelungstechnik im Fachbereich bzw. in der Fakultät für Elektrotechnik/Informatik an.

⁹ Unter Einschränkung auf die Publikationstypen *Article*, *Review*, *Letter* und *Note*.

¹⁰ Ein kleiner Teil dieser Professoren/innen hat innerhalb des Beobachtungszeitraums die jeweilige Hochschule verlassen. Über solche Hochwechsler/innen liegen leider keine vollständigen Angaben vor, insofern wurden wechselnde Zugehörigkeiten in dieser Untersuchung nicht systematisch berücksichtigt.

Diese interdisziplinären Verbindungen, die sich auch auf der Ebene von Fächerstrukturen abbilden, wurden im Rahmen einer 1998-1999 durchgeführten Untersuchung zur Struktur- und Organisationsplanung, Bedarfsplanung und Ressourcenplanung des Maschinenbaus an Universitäten und Fachhochschulen als wichtige Entwicklungstendenz der Forschung auf dem Gebiet des Maschinenbaus identifiziert. Hervorgehoben werden insbesondere Kooperationen des Maschinenbaus mit der Elektrotechnik (Mikrosystemtechnik), Informatik, Biologie, Chemie und Ökologie sowie die Herausbildung neuer Querschnittsfächer, wie z.B. Mechatronik, Produktentwicklung und Bioverfahrenstechnik (vgl. Vogel/Frerichs, 1999: 37/38).

Als weitere wichtige Entwicklungstendenz in der Forschung identifiziert die Untersuchung eine zunehmende Profilbildung der einzelnen Hochschulstandorte sowie eine damit einhergehende stärkere Heterogenisierung der Hochschullandschaft im Gebiet des Maschinenbaus. Das vollständige Spektrum des Maschinenbaus wird der Studie zu Folge zukünftig nicht mehr von jedem Maschinenbau-Fachbereich bzw. jeder Maschinenbau-Fakultät angeboten werden, vielmehr wird eine Spezialisierung an den einzelnen Hochschulen erwartet (vgl. Vogel/Frerichs, 1999: 39).

Um im Rahmen dieser Untersuchung die vielfältigen Bereiche der Maschinenbauforschung auch außerhalb der Fakultäten für Maschinenbau bzw. Maschinenwesen berücksichtigen zu können und der Spezialisierung der Hochschulstandorte gerecht zu werden, wurde ein mehrstufiges Verfahren der Auswahl von Professoren/innen gewählt. Die grundlegende Zuordnung von Arbeitsgebieten, Forschungsbereichen, Instituten etc. zur Maschinenbauforschung erfolgte anhand folgender Systematik des Maschinenbaus (Tabelle 3.2-1).

Tabelle 3.2 -1
Maschinenbau
Binnenanalyse Deutschland
Systematik des Maschinenbaus

Arbeits-Bereiche	I. Konstruktions- und Produktionstechnik	II. Energie- und Verfahrenstechnik	III. Werkstofftechnik	IV. Fertigungsorganisation & Automatisierungstechnik	V. Verkehrstechnik
	Mechanik				
	Konstruktion/CAD				
	Fertigungsverfahren				
	Mess- und Regelungstechnik				
	Strömungslehre				
		Thermodynamik	Festigkeitslehre	Arbeitswissenschaft	

Spezial-fächer: Techniken Maschinen	Maschinendynamik	Chemische Verfahrenstechnik	Kunststofftechnik	Fertigungsplanung	Luft- und Raumfahrttechnik
	Konstruktionselemente	Bioverfahrenstechnik	Technische Keramik	Systemtechnik	Fahrzeugtechnik ¹¹
	Sensor- und Feinwerktechnik	Kern- und Solartechnik	Holz- und Papiertechnik	Fabrikplanung	Schiffsbautechnik
	Mikrosystemtechnik	Fluiddynamik/Fluid-Technik	Oberflächentechnik	Logistik	
	Mechatronik	Aerodynamik	Werkstoffprüfung	Produktionsplanung	
	Getriebetechnik	Prozesstechnik	Eisen- und Hüttenkunde	Produktions-steuerung	
	Tribologie	Umwelttechnik ¹²	Textil- und Bekleidungs-technik ¹³	Softwaretechnik	
	Fördertechnik ¹⁴	Physikalische Technik	Bergbaumaschinen	Qualitätssicherung	
	Umformtechnik	Heizung, Lüftung, Klima	Hütten- und Walzwerkeinrichtungen	Robotik und Automation	
	Produktions-automatisierung	Dampf- und Gasturbinen	Kunststoff- und Gummimaschinen	Waagen	
	Gießereimaschinen	Kolbenmaschinen	Prüfmaschinen		
	Holzverarbeitungsmaschinen	Strömungsmaschinen	Textilmaschinen		
	Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme	Antriebstechnik	Schweiß- und Druckgastechnik		
	Präzisionswerkzeuge	Armaturen			
		Druck- und Papiertechnik			
		Kraftmaschinen			
		Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate			
		Landtechnik			
		Nahrungsmittel-/ Verpackungstechnik			
		Pumpen			
	Wäscherei- und Chemiereinigungsmaschinen				
	Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik				

Quellen: Vogel/Frerichs (1999), Statistisches Handbuch für den Maschinenbau (2000).

¹¹ Einschließlich Feuerwehrfahrzeuge und -geräte.

¹² Einschließlich Thermo-, Prozess- und Abfalltechnik.

¹³ Einschließlich Ledertechnik.

¹⁴ Einschließlich Aufzüge u. Fahrtreppen, Bau- und Baustoffmaschinen.

3.2.1 Abgrenzungs- und Auswahlkriterien der Professoren/innen der Maschinenbauforschung an Universitäten und gleichgestellten Hochschulen in Deutschland

Die folgenden Abgrenzungs- bzw. Auswahlkriterien für Professoren/innen der deutschen Maschinenbauforschung, deren Publikationen im Rahmen dieser Untersuchung berücksichtigt wurden, erläutern die Generierung der Datengrundlage für die Binnenanalyse Deutschlands.

Die Liste mit Professoren bzw. Professorinnen (C3/C4), deren Artikel bei der Analyse berücksichtigt werden, wurde über eine Internetrecherche erstellt und gliedert sich in drei Bereiche.¹⁵ Ausschlaggebend für eine Zuordnung der Artikel zu den drei folgenden Bereichen sind die im WoS für die Artikel jeweils erfassten institutionellen Adressen:

Kernbereich:

- In einem ersten Auswahlschritt wurden alle Lehrstühle und/oder Institute der Fakultäten bzw. Fachbereiche für Maschinenbau bzw. Maschinenwesen ausgewählt. Professoren/innen wurden in die Liste aufgenommen, wenn sie als ordentliche Professoren/innen an Universitäten und gleichgestellten Hochschulen berufen sind, einen Lehrstuhl kommissarisch oder vertretungsweise leiten. Emeritierte Professoren/innen wurden nur dann aufgenommen, wenn noch kein/e Nachfolger/in berufen worden ist. Die im Science Citation Index Expanded' erfassten Artikel dieser Professoren/innen bilden den Kernbereich der Analyse, wenn mindestens eine Adresse der Universität im WoS nachgewiesen ist.

Sonderbereich:

- In einem weiteren Auswahlschritt wurden hochschulstandortweise die Publikationen von Professoren/innen erfasst, deren Arbeitsgebiete in Arbeitsbereichen der Maschinenbauforschung (s.o.) liegen, deren Lehrstühle oder Institute jedoch an anderen Fachbereichen bzw. Fakultäten (z.B. Elektrotechnik, Mechanik etc.) angesiedelt sind. Diese Professoren/innen

¹⁵ Die Aktualität der über das Internet gewonnenen Informationen wurde stichprobenartig anhand von Berufungsannoncierungen überprüft. Das 'Hochschullehrer Verzeichnis' des Hochschulverbandes (2002) wurde für die Erfassung der Professoren/innen nicht zugrunde gelegt, da es keine durchgängige Zuordnung der darin ausgewiesenen Fachbereiche zu Fakultäten bzw. Fachbereichen ermöglicht. Eine Aufnahme aller Professoren/innen, die im Hochschulverzeichnis für Fachgebiete ausgewiesen werden, die sich (anhand der Systematik des Maschinenbaus, vgl. Tabelle 3.2-1) der Maschinenbauforschung zuordnen lassen, würde rund 3400 Professoren/innen (inkl. Emeritierte) umfassen. Hierbei wären jedoch zahlreiche fachfremde Lehrstühle (Psychologie, Medizin) erfasst, deren Zugehörigkeit zur Fachbereichen und Fakultäten für Maschinenbau durch umfangreiche Recherchen (Internet, Vorlesungsverzeichnisse) überprüft werden müsste. Demgegenüber ließen sich über Internetrecherchen rund 912 Professoren/innen an Fakultäten bzw. Fachbereichen für Maschinenbau ermitteln. Diese wurden um 98 Professoren/innen anderer Fakultäten bzw. Fachbereiche, deren Arbeitsgebiete innerhalb der Systematik des Maschinenbaus liegen, ergänzt.

wurden auf einer weiteren ergänzenden Liste – als sogenannter Sonderbereich¹⁶ – geführt, um die Analyse des jeweiligen Hochschulstandortes zu ergänzen.

Übergangsbereich:

- In einem dritten Auswahlschritt wurden Artikel der Professoren/innen des Kernbereiches und des Sonderbereiches aufgenommen, die ausschließlich institutionelle Adressen von Instituten und Einrichtungen außerhalb des Hochschulsektors (MPG, HGF, FHG, blaue Liste, staatlichen Materialprüfanstalten, private Forschungseinrichtungen, Unternehmen etc.), jedoch am jeweiligen Hochschulstandort, tragen.¹⁷ Diese Artikel wurden zunächst - als sogenannter Übergangsbereich - auf einer ergänzenden Liste geführt, um die Analyse der Publikationen des Hochschulsektors (Kernbereich und Sonderbereich) ergänzen zu können. Eine Auswertung aller Publikationen von Instituten außerhalb des Hochschulsektors, die auf dem Gebiet des Maschinenbaus forschen, erfolgt jedoch nicht. Ziel dieser Untersuchung ist eine Analyse der internationalen Sichtbarkeit der deutschen Maschinenbauforschung an Universitäten und gleichgestellten Hochschulen.

Im Rahmen der Präsentation der Zwischenergebnisse dieser Untersuchung wurde von Mitgliedern der entsprechenden Arbeitsgruppe des Wissenschaftsrates die standortweise gemeinsame Auswertung der drei genannten Bereiche angeregt. Dementsprechend bilden für die jeweiligen Hochschulstandorte alle im WoS erfassten Publikationen der Professor/innen des Kernbereiches, des Übergangsbereiches und des Sonderbereiches die Datengrundlage der Analysen.¹⁸

Eine separate Analyse der Publikationen der Übergangsbereiche in Relation zu den Publikationen der jeweiligen Hochschulsektoren (Kernbereich plus Sonderbereich) findet sich im Anhang (vgl. Anhangtabelle A-3, Abbildungen A-2 und A-3).

¹⁶ Der Sonderbereich wurde eingeführt, da an den verschiedenen Hochschulen die Zuordnung zu Fakultäten/Fachbereichen sehr unterschiedlich (s.o.) erfolgt: Während einige Hochschulen z.B. Regelungstechnik (das der oben genannten Systematik zur Folge ein Grundlagenfach der Maschinenbauforschung bildet) dem Fachbereich Maschinenbau zuordnen, siedeln andere Hochschulen Lehrstühle für Regelungstechnik im Fachbereich bzw. in der Fakultät für Elektrotechnik/Informatik an. Ebenfalls im Sonderbereich wurden Grundlagenfächer des Maschinenbaus (z.B. Mathematik) aufgenommen, die an Fakultäten bzw. Fachbereichen für Maschinenbau angesiedelt sind

¹⁷ Eine vom jeweiligen Hochschulstandort unabhängige bundesweite Recherche aller Forschungsk Kooperationen konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht geleistet werden.

¹⁸ Mit der Einschränkung auf die Publikationstypen *Article*, *Review*, *Letter* und *Note*.

3.2.2 Publikationsaktivität und Rezeptionserfolg der Maschinenbau- forschung an Universitäten und gleichgestellten Hochschulen Deutschlands

Die im folgenden dargestellten Indikatoren basieren auf den Publikationen von insgesamt 1010 Professoren/Professorinnen (C3/C4) auf dem Gebiet der Maschinenbauforschung an 31 deutschen Universitäten und gleichgestellten Hochschulen.¹⁹ Insgesamt wurden für den Untersuchungszeitraum 1997-2001 rund 5.000 Publikationen und ca. 10.600 Zitationen dieser Professoren/innen der folgenden Universitäten und gleichgestellten Hochschulen ausgewertet:

- Aachen, RWTH
- Berlin, TU
- Bochum, Uni
- Braunschweig, TU
- Bremen, Uni
- Chemnitz, TU
- Clausthal, TU
- Cottbus, TU
- Darmstadt, TU
- Dortmund, Uni
- Dresden, TU
- Duisburg, Uni/GH
- Erlangen-Nürnberg, Uni
- Essen, Uni
- Freiberg, TU/BergAk
- Halle-Wittenberg, Uni
- Hamburg, UBw
- Hamburg-Harburg, TU
- Hannover, Uni
- Ilmenau, TU
- Kaiserslautern, Uni
- Karlsruhe, Uni
- Kassel, Uni
- Magdeburg, Uni
- München, TU
- München, UBw
- Paderborn, Uni/GH
- Rostock, Uni
- RWTH Aachen
- Saarbrücken, Uni
- Siegen, Uni/GH
- Stuttgart, Uni
- Wuppertal, Uni/GH

In Tabelle 3.2.2-1 sind die Indikatoren P , $P/Prof$, $P\%$, $P_{nz}\%$, Z_{max} , Z , Z/P und $(Z/P)/JCS_m$ aller untersuchten Hochschulstandorte in einer Übersicht zusammengestellt.

Eine anschauliche Darstellung der wichtigsten Indikatoren bieten die Abbildungen 3.2.2-1 bis 3.2.2-4. In diesen Abbildungen werden die Indikatoren P , $P/Prof$, Z , und Z/P für die untersuchten Hochschulstandorte (mit mehr als 30 Publikationen im Beobachtungszeitraum) ausgewiesen. Sie sind auf die Publikationen und den Rezeptionserfolg des Zeitraums 1997-2001 bezogen. Die Abbildung 3.2.2-5 zeigt Publikations- und Zitationszahlen in einem Diagramm zusammengefasst.

¹⁹ Die Publikationsaktivität und der Rezeptionserfolg der Maschinenbauforschung an Fachhochschulen wurde stichprobenartig überprüft. Das Publikationsvolumen der überprüften Fachhochschulen war sehr gering. Daher wurden Fachhochschulen nicht in die Untersuchung einbezogen.

Tabelle 3.2.2-1
Maschinenbau
Binnenanalyse Deutschland
Indikatoren-Tableau (1997-2001) nach Publikationen

Indikator	P	Prof*	P/Prof	Z	Pnz%	Zmax	Z/P	(Z/P)/ JCSm
Hochschule								
RWTH Aachen	525	54	9,7	670	59,2	34	1,28	1,20
TU Dresden	518	67	7,7	1892	35,1	85	3,65	1,95
Uni Stuttgart	418	73	5,7	1225	45,2	41	2,93	1,62
TU Hamburg-Harburg	355	46	7,7	1156	39,4	69	3,26	1,40
Uni Erlangen-Nürnberg	350	19	18,4	893	36,0	23	2,55	1,41
TU Darmstadt	239	36	6,6	475	46,9	27	1,99	1,55
TU Clausthal	210	31	6,8	318	55,7	17	1,51	1,22
Uni Bremen	202	18	11,2	252	57,9	16	1,25	0,99
Uni Karlsruhe	198	32	6,2	289	55,6	21	1,46	1,16
Uni Halle-Wittenberg	192	23	8,4	501	38,5	21	2,61	1,24
Uni Bochum	170	26	6,5	380	44,1	17	2,24	1,42
TU Berlin	169	67	2,5	250	56,2	20	1,48	1,19
Uni Hannover	152	29	5,2	179	61,2	21	1,18	1,10
Uni Dortmund	150	27	5,6	376	43,3	52	2,51	2,10
TU München	149	43	3,5	173	59,1	22	1,16	1,17
Uni Kaiserslautern	146	17	8,6	326	42,5	17	2,23	0,94
Uni Magdeburg	146	46	3,2	205	55,5	27	1,40	1,48
TU/BergAk Freiberg	143	39	3,7	192	53,8	24	1,34	1,00
TU Braunschweig	132	37	3,6	269	50,8	16	2,04	1,45
Uni/GH Paderborn	107	19	5,6	128	59,8	12	1,20	1,50
Uni/GH Duisburg	100	38	2,6	209	52,0	31	2,09	1,04
Uni/GH Siegen	99	28	3,5	232	46,5	24	2,34	2,01
Uni Saarbrücken	89	12	7,4	217	40,4	24	2,44	1,41
Uni Kassel	76	24	3,2	114	53,9	19	1,50	1,19
TU Chemnitz	64	28	2,3	62	53,1	7	0,97	0,95
TU Ilmenau	41	28	1,5	29	68,3	6	0,71	0,67
Uni Essen	31	12	2,6	23	71,0	5	0,74	0,91
TU Cottbus	23	16	1,4	14	65,2	3	0,61	0,58
UBw München	20	16	1,3	18	60,0	5	0,90	0,92
UBw Hamburg	19	19	1	28	47,4	9	1,47	0,97
Uni Rostock	17	23	0,7	11	70,6	5	0,65	0,94
Uni/GH Wuppertal	3	17	0,2	6	0,0	3	2,00	0,66

*Prof: Anzahl Professor/innen

P/Prof: Publikationen pro Professor/in

Die Ergebnisse der Binnenanalyse (Abbildung 3.2.2-1) lassen eine Spitzengruppe fünf besonders aktiver Hochschulen erkennen, angeführt von der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen und der Technischen Universität Dresden mit 525 bzw. 518 Publikationen, gefolgt von der Universität Stuttgart mit 418 Publikationen, der Technischen Universität Hamburg-Harburg und der Universität Erlangen-Nürnberg mit 355 bzw. 350 Publikationen. 14 Hochschulstandorte, die über 130 Publikationen verzeichnen, bilden das Mittelfeld. Die weiteren 13 Hochschulstandorte folgen in jeweils nur geringen Abständen voneinander von 107 bis drei Publikationen gestaffelt.

Relativiert man die Anzahl der Publikationen der jeweiligen Hochschulstandorte (Abbildung 3.2.2-2) an der Anzahl ihrer Professoren/innen, verändert sich das Bild. Mit 18,4 Publikationen pro Professor/in führt die Universität Erlangen-Nürnberg das Feld an. Während die Universität Saarbrücken hinsichtlich ihrer Publikationen pro Professor/in (7,4 P/Prof) zur Spitzengruppe zählt, fällt die Universität Stuttgart mit 5,7 Publikationen pro Professor/in deutlich gegenüber ihrer Position anhand der absoluten Publikationszahl ab.

Hinsichtlich der mit ihren Publikationen erzielten Wirkung gemessen an der Zitationszahl (Abbildung 3.2.2-3) bilden fünf Standorte mit mehr als 600 Zitationen im Beobachtungszeitraum eine erkennbare Spitzengruppe. Am höchsten ist mit großem Abstand die Zitationszahl der Technischen Universität Dresden.²⁰ Auf den folgenden Positionen finden sich die Universität Stuttgart und die Technische Universität Hamburg-Harburg mit jeweils mehr als 1000 Zitationen.

Die Abbildung 3.2.2-4 zeigt die Zitationsraten der einzelnen Standorte. Durch die Relativierung am Publikationsoutput der Institutionen ergibt sich eine gleichmässigerer Verteilung. Die höchste Zitationsrate erzielte die Technische Universität Dresden mit 3,65 Zitationen pro Publikation, gefolgt von der Technischen Universität Hamburg-Harburg (3,26 Zitationen pro Publikation), der Universität Stuttgart und der Universität Halle-Wittenberg (2,93 und 2,61 Zitationen pro Publikation).²¹

²⁰ Ein großer Anteil der Zitationen des Standortes Dresden entfällt auf den Übergangsbereich (vgl. Abbildung A-3 im Anhang). Eine journalbezogene Auswertung der Zitationen zeigt, dass die TU Dresden im Unterschied zu anderen führenden Standorten (der Universität Stuttgart, der TU Hamburg-Harburg, der Universität Erlangen-Nürnberg und der RWTH Aachen) einen wesentlichen Anteil der Zitationen über ihre Publikationen in den Zeitschriften *Applied Physics Letters* und *Journal of Applied Physics* erzielt (vgl. Tabellen A-2.1 bis A-2.5 im Anhang).

²¹ Betrachtet man die Zitationsrate für die einzelnen Hochschulstandorte unter Einschränkung auf ausschließlich englischsprachige Publikationen, so ergibt sich eine Erhöhung der Zitationsrate durchgängig für alle Hochschulstandorte (vgl. Anmerkung 7, Abschnitt 3.1.1). Die durchschnittliche Zitationsrate (basierend auf allen jeweils berücksichtigten Publikationen) steigt von 2,07 Zitationen pro Publikation ohne Selektion der Publikationssprache auf 2,41 Zitationen pro Publikation bei Einschränkung auf die Publikationssprache Englisch. Die Positionen der Hochschulstandorte gemessen an diesen Zitationsraten verändert sich nur geringfügig. Auffallend ist jedoch der Positionswechsel der Universität/Gesamthochschule Duisburg innerhalb dieser Spitzengruppe. Für die 10 anhand des Indikators Z/P stärksten Hochschulstandorte findet sich ein Vergleich dieser Zitationsraten im Anhang (vgl. Abbildung A-1 im Anhang).

Abbildung 3.2.2-1

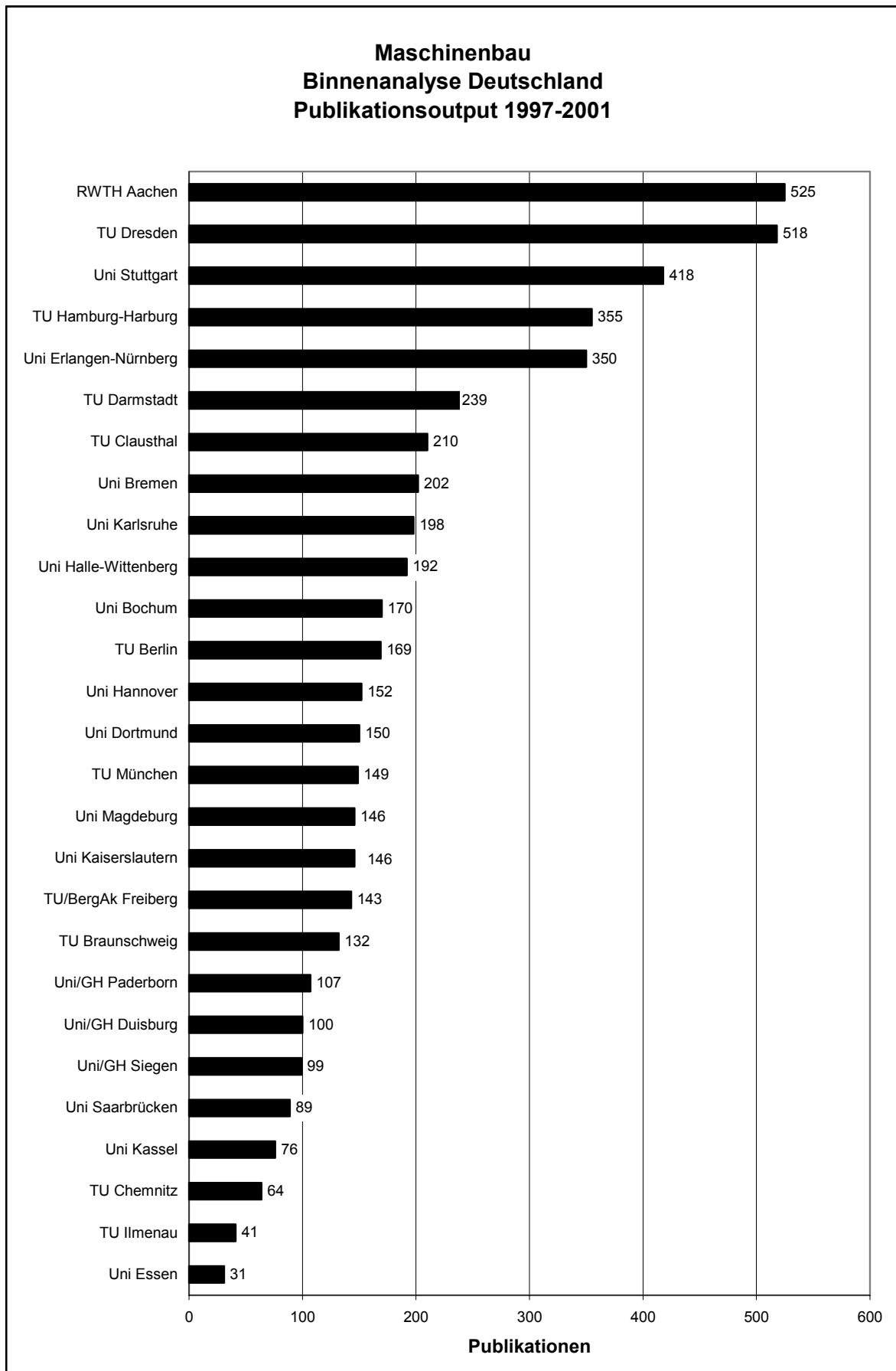


Abbildung 3.2.2-2

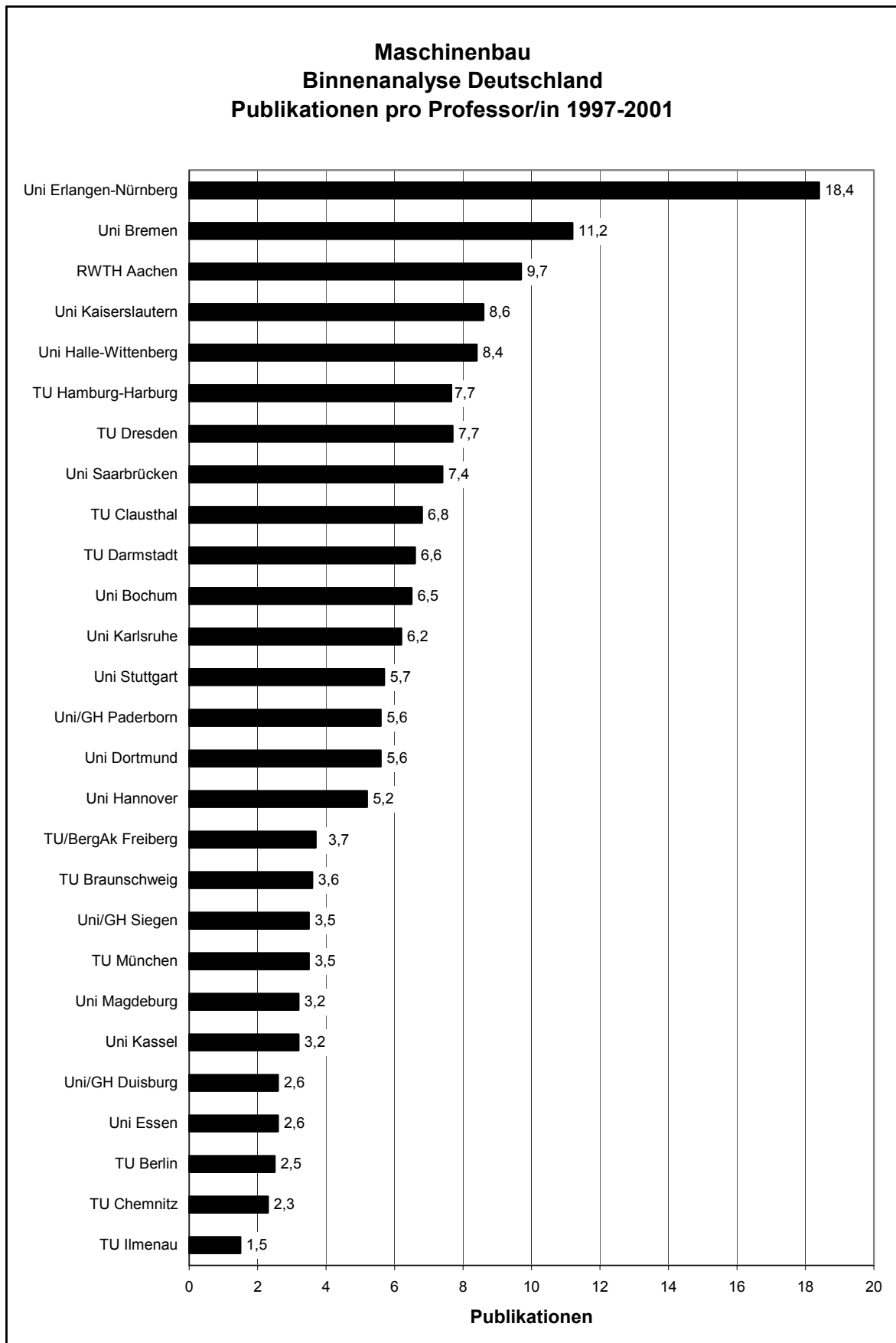


Abbildung 3.2.2-3

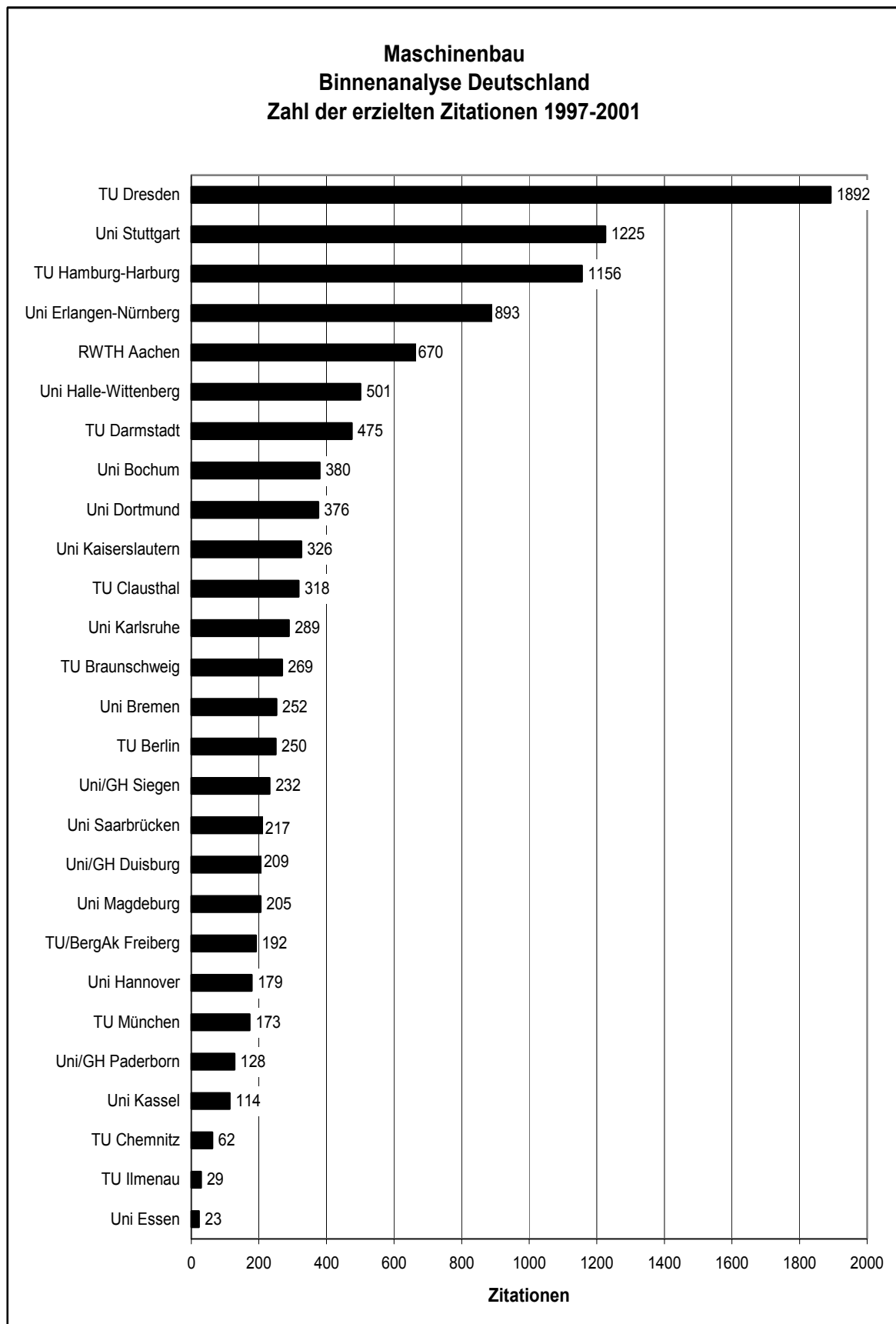
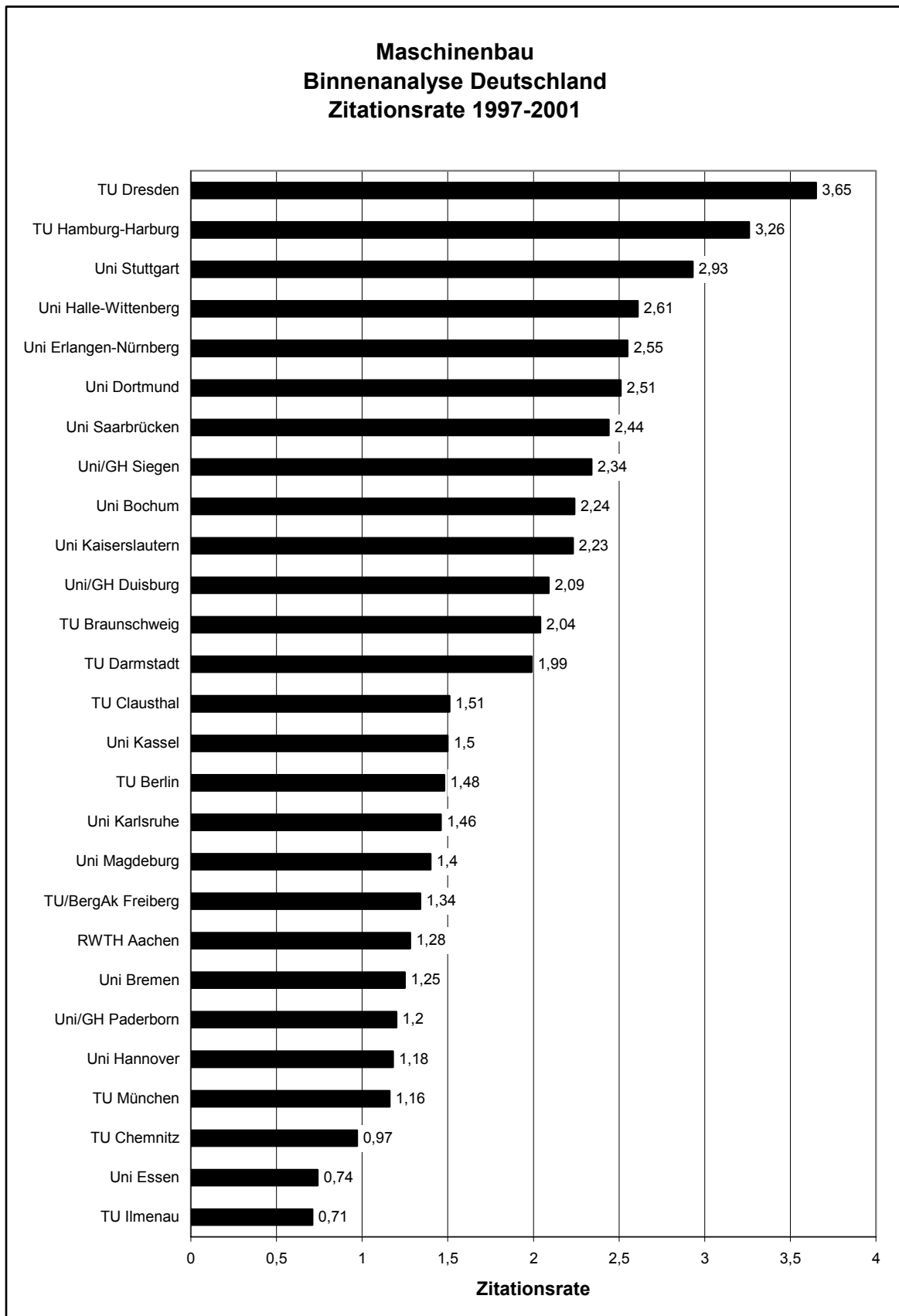


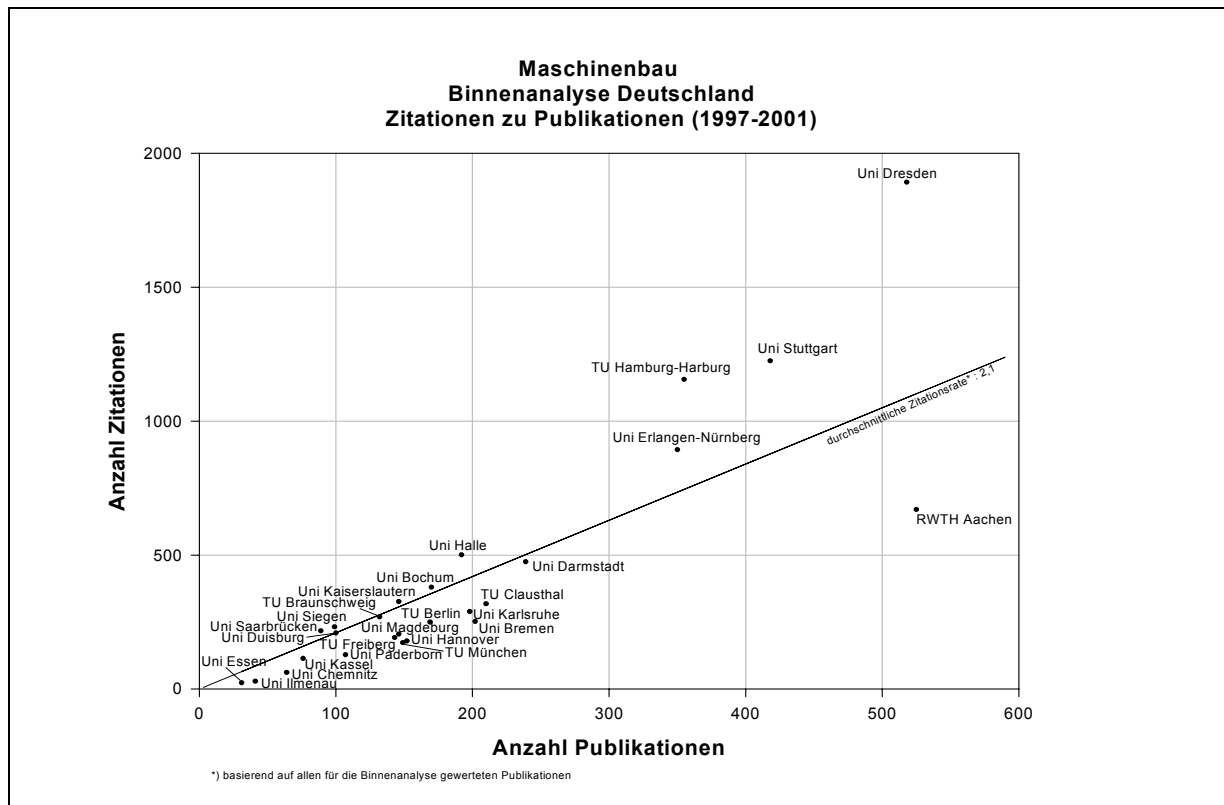
Abbildung 3.2.2-4



Die Abbildung 3.2.2-5 zeigt das Verhältnis von Publikationen zu Zitationen für die Hochschulstandorte mit mehr als 30 Publikationen im Beobachtungszeitraum.

In der kombinierten Darstellung der beiden gemessenen Dimensionen Publikationsaktivität und Rezeptionserfolg, ist die durchschnittliche Zitationsrate aller für die Binnenanalyse gewerteten Publikationen als Gerade verzeichnet. In Hinblick auf den Rezeptionserfolg führt die Technische Universität Dresden das Feld an: ihre Publikationen konnten im Beobachtungszeitraum die meisten Zitationen auf sich ziehen, und sie belegt auch nach der Zahl der erzielten Zitationen pro Publikation den ersten Platz. Auch die Universität Stuttgart, die Technische Universität Hamburg-Harburg und die Universität Erlangen-Nürnberg erzielen (bei einem hohem Publikationsoutput) deutlich überdurchschnittliche Zitationsraten. Eine unterdurchschnittliche Zitationsrate erzielen dagegen die Arbeiten der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Unter den - gemessen am Publikationsoutput - kleineren Standorten fällt vor allem die Universität Halle-Wittenberg durch eine überdurchschnittliche Zitationsrate auf.

Abbildung 3.2.2-5



3.2.3 Jahrgangswise Indikatoren

In den folgenden Tabellen werden die Indikatoren (P, P%, Z, Pnz%, Zmax, Z/P, (Z/P)/Jcs_m) jahrgangswise ausgewiesen. Vor dem Hintergrund der abnehmenden Aussagefähigkeit niedrigerer Publikationszahlen wurden die Zeitreihen (Tabellen 3.2.3-1 bis 3.2.3-10) nur für die 10 publikationsstärksten Hochschulstandorte dargestellt (vgl. Abschnitt 2.2).

Tabelle 3.2.3-1
RWTH Aachen

Publikations- Jahr	P	P%	Z	Pnz%	Zmax	Z/P	(Z/P)/ JCSm
1997	74	8.8	213	27.0	21	2.88	1.11
1998	82	9.1	184	50.0	34	2.24	1.12
1999	96	9.0	127	57.3	29	1.32	1.21
2000	136	12.2					
2001	137	10.7					

Tabelle 3.2.3-2
Uni Bremen

Publikations- Jahr	P	P%	Z	Pnz%	Zmax	Z/P	(Z/P)/ JCSm
1997	38	4.5	88	39.5	16	2.32	0.97
1998	35	3.9	66	37.1	11	1.89	0.93
1999	39	3.7	50	56.4	12	1.28	0.84
2000	43	3.9					
2001	47	3.7					

Tabelle 3.2.3-3
TU Clausthal

Publikations- Jahr	P	P%	Z	Pnz%	Zmax	Z/P	(Z/P)/ JCSm
1997	39	4.7	170	25.6	17	4.36	1.43
1998	34	3.8	56	38.2	10	1.65	1.03
1999	52	4.9	68	55.8	14	1.31	1.16
2000	40	3.6					
2001	45	3.5					

Tabelle 3.2.3-4
TU Darmstadt

Publikations- Jahr	P	P%	Z	Pnz%	Zmax	Z/P	(Z/P)/ JCSm
1997	38	4.5	166	26.3	27	4.37	1.68
1998	46	5.1	155	32.6	16	3.37	1.62
1999	50	4.7	80	46.0	9	1.60	1.02
2000	51	4.6					
2001	54	4.2					

Tabelle 3.2.3-5
TU Dresden

Publikations- Jahr	P	P%	Z	Pnz%	Zmax	Z/P	(Z/P)/ JCSm
1997	75	9.0	369	25.3	22	4.92	1.31
1998	75	8.3	482	21.3	52	6.43	1.82
1999	98	9.2	454	25.5	63	4.63	1.86
2000	125	11.2					
2001	145	11.3					

Tabelle 3.2.3-6
Uni Erlangen-Nürnberg

Publikations- Jahr	P	P%	Z	Pnz%	Zmax	Z/P	(Z/P)/ JCSm
1997	52	6.2	173	19.2	23	3.33	0.87
1998	74	8.2	290	18.9	22	3.92	1.23
1999	69	6.5	193	30.4	17	2.80	1.66
2000	79	7.1					
2001	76	5.9					

Tabelle 3.2.3-7
Uni Halle-Wittenberg

Publikations- Jahr	P	P%	Z	Pnz%	Zmax	Z/P	(Z/P)/ JCSm
1997	31	3.7	122	25.8	14	3.94	0.91
1998	41	4.6	207	17.1	21	5.05	1.41
1999	38	3.6	96	31.6	10	2.53	1.08
2000	31	2.8					
2001	51	4.0					

Tabelle 3.2.3-8
TU Hamburg-Harburg

Publikations- jahr	P	P%	Z	Pnz%	Zmax	Z/P	(Z/P)/ JCSm
1997	75	9.0	498	25.3	69	6.64	1.42
1998	63	7.0	198	22.2	16	3.14	1.00
1999	84	7.9	303	38.1	35	3.61	1.57
2000	69	6.2					
2001	64	5.0					

Tabelle 3.2.3-9
Uni Karlsruhe

Publikations- jahr	P	P%	Z	Pnz%	Zmax	Z/P	(Z/P)/ JCSm
1997	34	4.1	55	41.2	8	1.62	0.58
1998	37	4.1	105	37.8	21	2.84	1.25
1999	34	3.2	75	44.1	13	2.21	1.64
2000	42	3.8					
2001	51	4.0					

Tabelle 3.2.3-10
Uni Stuttgart

Publikations- jahr	P	P%	Z	Pnz%	Zmax	Z/P	(Z/P)/ JCSm
1997	66	7.9	360	28.8	33	5.45	1.48
1998	81	9.0	373	28.4	41	4.60	1.59
1999	91	8.6	294	41.8	37	3.23	1.68
2000	83	7.4					
2001	97	7.6					

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Ziel der vorliegenden Studie war eine systematische Bestandsaufnahme der Publikationsaktivität und der mit den Publikationen erzielten Rezeptionswirkung (Zitationen) der deutschen Maschinenbauforschung in den international führenden Journalen.

Durch Recherchen im *Science Citation Index* konnte ein bibliometrisches Profil erstellt werden, das Rückschlüsse auf die Außenwahrnehmung der wissenschaftlichen Leistung der deutschen Maschinenbauforschung an Universitäten und gleichgestellten Hochschulen erlaubt - so wie sie sich in den international führenden Fachzeitschriften der letzten Jahren niedergeschlagen hat.

Die Ergebnisse des internationalen Vergleiches zeigen, dass die deutsche Beteiligung am weltweiten Publikationsoutput im Gebiet des Maschinenbaus 6,4 Prozent beträgt. Deutschland liegt damit zusammen mit dem Vereinigten Königreich, Japan, Frankreich und Italien im Mittelfeld. Auffällig ist jedoch, dass andere europäische Länder, wie das Vereinigte Königreich, Schweden, die Schweiz, die Niederlande und Frankreich, im Vergleich zu ihrer Größe zum Teil deutlich höhere Werte als Deutschland aufweisen. Auch hinsichtlich des mit den Publikationen ausgelösten Rezeptionserfolgs (Zitationsrate) weisen hier andere Länder höhere Werte als Deutschland auf: Publikationen aus den USA, den Niederlanden, Schweden, Spanien, Frankreich, der Schweiz, dem Vereinigten Königreich und Italien werden häufiger zitiert als die Arbeiten deutscher Forscher/innen. Nur japanische Arbeiten werden noch seltener zitiert.

Die Binnenanalyse lässt in Deutschland eine Spitzengruppe von fünf Hochschulen erkennen, die sich in Bezug auf ihren Publikationsoutput deutlich herausheben, angeführt von der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen und der Technischen Universität Dresden.

Im Hinblick auf den Rezeptionserfolg führt die Technische Universität Dresden das Feld an: ihre Publikationen konnten im Beobachtungszeitraum die meisten Zitationen auf sich ziehen, und sie belegt auch nach der Zahl der erzielten Zitationen pro Publikation den ersten Platz. Unter den Hochschulstandorten mit vergleichsweise hohem Publikationsoutput zeigen auch die Technische Universität Hamburg-Harburg, die Universität Stuttgart und die Universität Erlangen-Nürnberg deutlich überdurchschnittliche Zitationsraten. Die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, die eine hohe Publikationsanzahl aufweist, erzielt nur eine unterdurchschnittliche Zitationsrate. Unter den (am Publikationsvolumen gemessen) kleineren Standorten fällt die überdurchschnittliche Zitationsrate der Universität Halle-Wittenberg auf.

Für die deutsche Maschinenbauforschung an Universitäten und gleichgestellten Hochschulen werden mit diesem Bericht Daten verfügbar, die eine Überprüfung der Ansprüche an das Publikationsverhalten und der Erwartungen bezüglich des dadurch auszulösenden Rezeptionserfolgs ermöglichen. Anspruchs- und Erwartungshaltungen können damit an den tatsächlichen Verhältnissen gemessen werden. Das gilt sowohl für das Gebiet als Ganzes wie auch für die Standorte im Einzelnen.

Bibliometrische Analysen stehen aufgrund vielfältiger theoretischer und methodischer Probleme der Indikatorenkonstruktion immer in der Gefahr, Fehlinformationen zu liefern oder Artefakte und Scheingenauigkeiten abzubilden. Die bloßen Zahlenwerte der Indikatoren können eine sorgfältige qualitative Evaluation der deutschen Forschungsleistung im Maschinenbau nicht ersetzen. Das gilt im vorliegenden Fall des Maschinenbaus besonders aufgrund der Abgrenzungsproblematik zu den benachbarten Fachgebieten Elektrotechnik, Informatik, Biologie, Chemie und Ökologie. Eine unmittelbare Ableitung förderpolitischer Maßnahmen aus den Ergebnissen der bibliometrischen Analyse wäre verfehlt. Dort, wo die bibliometrischen Daten Hinweise auf Probleme ergeben, sollte zunächst unter Einbeziehung der betroffenen Hochschulen nach den Bedingungen und Ursachen dafür gesucht werden.

5. LITERATUR

Deutscher Hochschulverband, Hrsg. (2002) Hochschullehrer Verzeichnis, Bd. 1 Universitäten Deutschland, München, Saur, K.G.

Garfield, E. (1998a) Der Impact Factor und seine richtige Anwendung. *Der Unfallchirurg*, 101, 413-414.

<[http://garfield.library.upenn.edu/papers/derunfallchirurg_v101\(6\)p413y1998.pdf](http://garfield.library.upenn.edu/papers/derunfallchirurg_v101(6)p413y1998.pdf)>

Garfield, E. (1998b) Long-term vs. short-term journal impact: does it matter? *The Scientist*, Vol. 12(3), February 2, 10-12.

<[http://garfield.library.upenn.edu/commentaries/tsv12\(03\)p10y19980202.pdf](http://garfield.library.upenn.edu/commentaries/tsv12(03)p10y19980202.pdf)>

Garfield, E. (1998c) Long-term vs. short-term journal impact: Part II. Cumulative impact factors. *The Scientist*, Vol. 12(14), July 6, 12.

<[http://garfield.library.upenn.edu/commentaries/tsv12\(14\)p12y19980706.pdf](http://garfield.library.upenn.edu/commentaries/tsv12(14)p12y19980706.pdf)>

Glänzel, W. (1996) The need for standards in bibliometric research and technology. *Scientometrics*, 35, 167-176.

Katz, J.S. (1996) Bibliometric Standards: personal experience and lessons learned. *Scientometrics*, 35, 193-197.

Laband, D.N. & M.J. Piette (1994) The Relative Impacts of Economics Journals: 1970-1990. *Journal of Economic Literature*, 32, 640-666.

Moed, H.F. (1996) Differences in the construction of SCI based bibliometric indicators among various producers: a first overview. *Scientometrics*, 35, 177-191.

Moed, H. & F.T.H. Hesselink (1996) The publication output and impact of academic chemistry research in the Netherlands during the 1980s: bibliometric analyses and policy implications. *Research Policy*, 25, 819-836.

Narin, F. (1976) *Evaluative bibliometrics: the use of publication and citation analysis in the evaluation of scientific activity*. Cherry Hill, N.J., Computer Horizons, Inc.

Ophhof, T. (1997) Sense and nonsense about the impact factor. *Cardiovascular Research*, 33, 1-7.

Seglen, P.O. (1997) Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research. *British Medical Journal*, 314, 498-502.

Van Hooydonk, G. (1998) Standardizing relative impacts: Estimating the quality of research from citation counts. *Journal of the American Society for Information Science*, 49(10), 932-941.

Van Leeuwen, T. N. , Moed, H. F. , Tijssen, R. J. (2001) Language biases in the coverage of the Science Citation Index and its consequences for international comparisons of national research performance. *Scientometrics*, 51(1), 335-346.

Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (2000) *Statistisches Handbuch für den Maschinenbau*. Frankfurt am Main, VDMA-Verlag.

Vogel, B., Frerichs, T. (1999) *Maschinenbau an Universitäten und Fachhochschulen. Struktur- und Organisationsplanung, Bedarfsplanung, Programmplanung*. Hannover, HIS GmbH.

Zitt, M. & N. Teixeira (1996) Science macro-indicators: some aspects of OST experience. *Scientometrics*, 35, 209-222.

Zitt, M., Ramanana-Rahary, S. , Bassecoulard, E. (2003) Correcting glasses help fair comparisons in international science landscape: Country indicators as a function of ISI database delineation. *Scientometrics*, 56(2), 259-282.

6. ANHANG

Anhangtabelle A-1: Maschinenbau Internationaler Vergleich Zeitschriftenprofil (1993-2001) alphabetisch	43
Anhangtabellen A-2.1 bis 2.5: Maschinenbau Binnenanalyse Deutschland Zeitschriftenprofile nach Anzahl der Zitationen (Standorte Z > 500)	47
Abbildung A-1: Maschinenbau Binnenanalyse Deutschland Zitationsraten Publikationen englischsprachig/total (1997-2001)	48
Anhangtabelle A-3: Maschinenbau Binnenanalyse Deutschland Indikatorentableau Hochschulsektor/Übergangsbereich (1997-2001) nach Hochschulen	49
Abbildung A-2: Maschinenbau Binnenanalyse Deutschland Publikationsoutput Hochschulsektor/Übergangsbereich (1997-2001)	50
Abbildung A-3: Maschinenbau Binnennalyse Deutschland Zitationen Hochschulsektor/Übergangsbereich (1997-2001)	51

Anhangtabelle A-1
Maschinenbau
Internationaler Vergleich
Zeitschriftenprofil (1993-2001) alphabetisch

N_{total}	N_{ger}	N_{ger%}	JCS	Zeitschrift
972	115	11.8	2.2	ACTA MECHANICA
269	3	1.1	1.0	ACTA MECHANICA SINICA
720	35	4.9	6.0	AEROSOL SCIENCE AND TECHNOLOGY
155	7	4.5	28.3	ANNUAL REVIEW OF FLUID MECHANICS
809	4	0.5	0.3	APPLIED MATHEMATICS AND MECHANICS-ENGLISH EDITION
291	33	11.3	2.7	APPLIED SCIENTIFIC RESEARCH
600	12	2.0	1.5	APPLIED THERMAL ENGINEERING
471	41	8.7	6.8	ARCHIVE FOR RATIONAL MECHANICS AND ANALYSIS
471	157	33.3	2.3	ARCHIVE OF APPLIED MECHANICS
275	16	5.8	2.4	ATOMIZATION AND SPRAYS
96	3	3.1	0.2	AUTOMATION IN CONSTRUCTION
201	14	7.0	1.7	AUTONOMOUS ROBOTS
1580	74	4.7	7.1	COMBUSTION AND FLAME
1372	66	4.8	3.6	COMBUSTION SCIENCE AND TECHNOLOGY
733	68	9.3	4.1	COMPUTATIONAL MECHANICS
2353	208	8.8	4.7	COMPUTER METHODS IN APPLIED MECHANICS AND ENGINEERING
438	30	6.8	3.5	COMPUTERS & FLUIDS
198	76	38.4	4.5	CONTINUUM MECHANICS AND THERMODYNAMICS
1532	155	10.1	2.8	CRYOGENICS
124	8	6.5	2.6	DYNAMICS AND STABILITY OF SYSTEMS
1623	113	7.0	2.5	ENGINEERING FRACTURE MECHANICS
487	29	6.0	3.2	EUROPEAN JOURNAL OF MECHANICS A-SOLIDS
396	48	12.1	3.1	EUROPEAN JOURNAL OF MECHANICS B-FLUIDS
481	10	2.1	2.1	EXPERIMENTAL MECHANICS
648	64	9.9	2.6	EXPERIMENTAL THERMAL AND FLUID SCIENCE
1144	150	13.1	3.5	EXPERIMENTS IN FLUIDS
409	6	1.5	2.1	FLUID DYNAMICS RESEARCH
277	209	75.5	0.6	FORSCHUNG IM INGENIEURWESEN-ENGINEERING RESEARCH
556	68	12.2	1.4	HEAT AND MASS TRANSFER
933	13	1.4	1.4	INTERNATIONAL COMMUNICATIONS IN HEAT AND MASS TRANSFER
1216	42	3.5	3.9	INTERNATIONAL JOURNAL FOR NUMERICAL METHODS IN FLUIDS
263	3	1.1	1.2	INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS
117	2	1.7	1.8	INTERNATIONAL JOURNAL OF FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEMS
1681	116	6.9	2.6	INTERNATIONAL JOURNAL OF FRACTURE
601	44	7.3	3.2	INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND FLUID FLOW
3298	153	4.6	4.3	INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND MASS TRANSFER
825	40	4.8	2.5	INTERNATIONAL JOURNAL OF IMPACT ENGINEERING
1023	20	2.0	2.3	INTERNATIONAL JOURNAL OF MACHINE TOOLS & MANUFACTURE
884	21	2.4	2.7	INTERNATIONAL JOURNAL OF MECHANICAL SCIENCES
759	36	4.7	4.7	INTERNATIONAL JOURNAL OF MULTIPHASE FLOW
706	18	2.5	2.1	INTERNATIONAL JOURNAL OF NON-LINEAR MECHANICS
326	10	3.1	1.8	INTERNATIONAL JOURNAL OF NUMERICAL METHODS FOR HEAT & FLUID FLOW
485	41	8.5	5.5	INTERNATIONAL JOURNAL OF PLASTICITY
1164	50	4.3	1.1	INTERNATIONAL JOURNAL OF PRESSURE VESSELS AND PIPING
518	51	9.8	3.1	INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION-REVUE INTERNATIONALE DU FROID
2560	126	4.9	4.2	INTERNATIONAL JOURNAL OF SOLIDS AND STRUCTURES
484	2	0.4	0.6	INTERNATIONAL JOURNAL OF THE JAPAN SOCIETY FOR PRECISION ENGINEERING
489	21	4.3	0.9	INTERNATIONAL JOURNAL OF VEHICLE DESIGN

Fortsetzung Anhangtabelle A-1

N_{total}	N_{ger}	N_{ger}%	JCS	Zeitschrift
1415	16	1.1	3.5	JOURNAL OF APPLIED MECHANICS-TRANSACTIONS OF THE ASME
475	25	5.3	2.8	JOURNAL OF ELASTICITY
344	7	2.0	1.8	JOURNAL OF ELECTRONIC PACKAGING
1045	65	6.2	1.4	JOURNAL OF ENGINEERING FOR GAS TURBINES AND POWER-TRANSACTIONS OF THE ASME
1415	18	1.3	3.1	JOURNAL OF ENGINEERING MECHANICS-ASCE
189	6	3.2	2.3	JOURNAL OF ENHANCED HEAT TRANSFER
3228	151	4.7	9.3	JOURNAL OF FLUID MECHANICS
471	19	4.0	2.8	JOURNAL OF FLUIDS AND STRUCTURES
1097	31	2.8	2.6	JOURNAL OF FLUIDS ENGINEERING-TRANSACTIONS OF THE ASME
1356	17	1.3	4.1	JOURNAL OF HEAT TRANSFER-TRANSACTIONS OF THE ASME
589	5	0.8	1.6	JOURNAL OF MANUFACTURING SCIENCE AND ENGINEERING-TRANSACTIONS OF THE ASME
4150	189	4.6	1.1	JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY
987	3	0.3	2.4	JOURNAL OF MECHANICAL DESIGN
562	94	16.7	3.9	JOURNAL OF MICROMECHANICS AND MICROENGINEERING
866	29	3.3	6.7	JOURNAL OF NON-NEWTONIAN FLUID MECHANICS
299	12	4.0	0.9	JOURNAL OF OFFSHORE MECHANICS AND ARCTIC ENGINEERING-TRANSACTIONS OF THE ASME
625	9	1.4	1.1	JOURNAL OF PRESSURE VESSEL TECHNOLOGY-TRANSACTIONS OF THE ASME
5086	110	2.2	2.6	JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION
366	4	1.1	2.0	JOURNAL OF STRAIN ANALYSIS FOR ENGINEERING DESIGN
827	24	2.9	10.5	JOURNAL OF THE MECHANICS AND PHYSICS OF SOLIDS
373	6	1.6	2.8	JOURNAL OF THERMAL STRESSES
867	16	1.8	3.2	JOURNAL OF THERMOPHYSICS AND HEAT TRANSFER
1093	10	0.9	3.1	JOURNAL OF TRIBOLOGY-TRANSACTIONS OF THE ASME
798	92	11.5	3.5	JOURNAL OF TURBOMACHINERY-TRANSACTIONS OF THE ASME
788	5	0.6	2.9	JOURNAL OF VIBRATION AND ACOUSTICS-TRANSACTIONS OF THE ASME
1257	71	5.6	1.5	JOURNAL OF WIND ENGINEERING AND INDUSTRIAL AERODYNAMICS
337	1	0.3	1.1	JSME INTERNATIONAL JOURNAL SERIES A-SOLID MECHANICS AND MATERIAL ENGINEERING
900	7	0.8	1.0	JSME INTERNATIONAL JOURNAL SERIES B-FLUIDS AND THERMAL ENGINEERING
670	4	0.6	0.5	KSME INTERNATIONAL JOURNAL
604	13	2.2	1.4	LUBRICATION ENGINEERING
383	23	6.0	7.7	MACHINE LEARNING
103	9	8.7	1.3	MACHINING SCIENCE AND TECHNOLOGY
425	10	2.4	1.1	MATERIALS AND MANUFACTURING PROCESSES
166	0	0.0	1.8	MATHEMATICS AND MECHANICS OF SOLIDS
308	26	8.4	0.9	MECCANICA
492	19	3.9	2.1	MECHANICAL SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING
206	15	7.3	1.9	MECHANICS OF STRUCTURES AND MACHINES
757	42	5.5	1.3	MECHANICS RESEARCH COMMUNICATIONS
796	18	2.3	1.6	MECHANISM AND MACHINE THEORY
104	3	2.9	3.0	MICROSCALE THERMOPHYSICAL ENGINEERING
477	29	6.1	2.4	NONLINEAR DYNAMICS
800	17	2.1	2.8	NUMERICAL HEAT TRANSFER PART A-APPLICATIONS
458	14	3.1	3.7	NUMERICAL HEAT TRANSFER PART B-FUNDAMENTALS
216	9	4.2	3.3	PRECISION ENGINEERING-JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR PRECISION ENGINEERING
69	3	4.3	0.4	PRECISION ENGINEERING-JOURNAL OF THE INTERNATIONAL SOCIETIES FOR PRECISION ENGINEERING AND NANOTECHNOLOGY
229	10	4.4	2.1	PROBABILISTIC ENGINEERING MECHANICS

Fortsetzung Anhangtabelle A-1

N_{total}	N_{ger}	N_{ger%}	JCS	Zeitschrift
405	16	4.0	0.8	PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS PART A- JOURNAL OF POWER AND ENERGY
606	2	0.3	1.2	PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS PART C- JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING SCIENCE
375	8	2.1	0.8	PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS PART D- JOURNAL OF AUTOMOBILE ENGINEERING
270	6	2.2	2.9	PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS PART H- JOURNAL OF ENGINEERING IN MEDICINE
208	2	1.0	1.3	PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS PART J- JOURNAL OF ENGINEERING TRIBOLOGY
309	5	1.6	2.8	QUARTERLY JOURNAL OF MECHANICS AND APPLIED MATHEMATICS
365	14	3.8	0.7	REVUE GENERALE DE THERMIQUE
246	7	2.8	1.1	SHOCK AND VIBRATION
301	28	9.3	1.7	SHOCK WAVES
440	48	10.9	3.7	STRUCTURAL OPTIMIZATION
461	16	3.5	1.8	THEORETICAL AND APPLIED FRACTURE MECHANICS
203	11	5.4	3.4	THEORETICAL AND COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS
683	27	4.0	2.4	TRIBOLOGY INTERNATIONAL
954	11	1.2	2.6	TRIBOLOGY TRANSACTIONS
674	82	12.2	1.4	VEHICLE SYSTEM DYNAMICS
2968	113	3.8	3.6	WEAR
3177	1507	47.4	0.5	ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK

N_{total}: Publikationen gesamt
N_{ger}: Publikationen mit deutscher Adresse
N_{ger%}: N_{ger} in Prozent von N
JCS: Journal Citation Score 1993-2001

Anhangtabellen A-2.1 bis A-2.5
Maschinenbau
Binnenanalyse Deutschland
Zeitschriftenprofile nach Anzahl der Zitationen (Standorte Z > 500)
(Ausschnitt der jeweils 10 zitationsstärksten Zeitschriften)

A-2.1
TU Dresden

Z	P	Zeitschrift
260	15	APPLIED PHYSICS LETTERS
148	16	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS
90	10	ACTA MATERIALIA
85	1	JOURNAL OF POLYMER SCIENCE PART A-POLYMER CHEMISTRY
78	3	PHYSICAL REVIEW LETTERS
56	9	PHYSICA C
51	7	THIN SOLID FILMS
47	7	JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS
45	11	FRESENIUS JOURNAL OF ANALYTICAL CHEMISTRY
45	17	ZEITSCHRIFT FUR METALLKUNDE

A-2.2
Uni Stuttgart

Z	P	Zeitschrift
188	25	CHEMICAL ENGINEERING SCIENCE
86	3	JOURNAL OF MOLECULAR BIOLOGY
79	5	BIOTECHNOLOGY AND BIOENGINEERING
74	13	JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY
41	1	ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY
34	4	BIOTECHNOLOGY LETTERS
32	1	NATURE
31	3	FEBS LETTERS
31	1	MICROPOROUS MATERIALS
29	5	APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

A-2.3
TU Hamburg-Harburg

Z	P	Zeitschrift
69	1	CRITICAL REVIEWS IN BIOTECHNOLOGY
66	5	APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY
61	12	JOURNAL OF SUPERCRITICAL FLUIDS
54	6	EXTREMOPHILES
53	10	JOURNAL OF THE AMERICAN CERAMIC SOCIETY
52	9	INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH
51	10	JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY
38	3	APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY
32	2	REVIEWS IN CHEMICAL ENGINEERING
31	2	POLYMER

Fortsetzung Anhangtabellen A-2.1-5

A-2.4

Uni Erlangen-Nürnberg

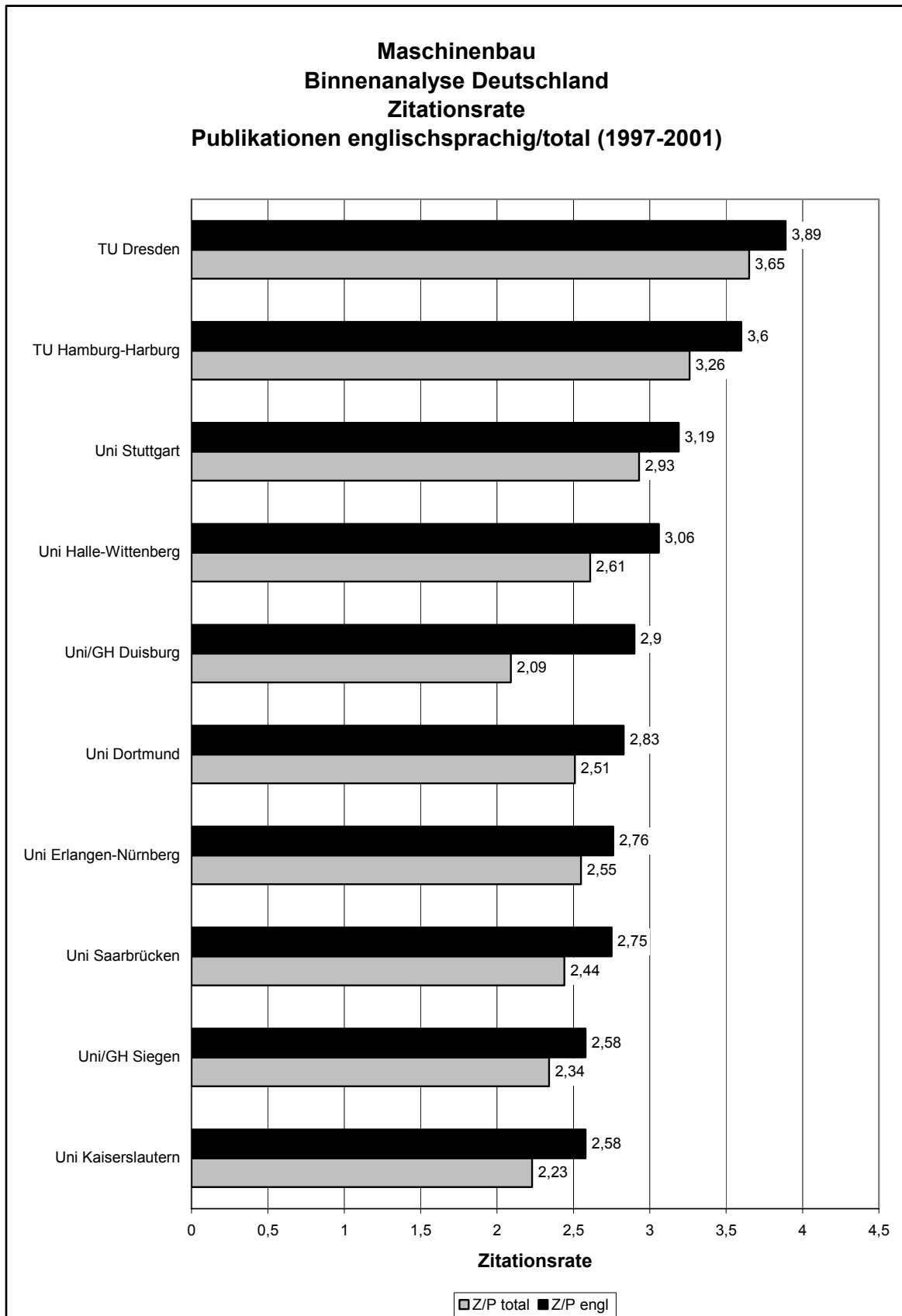
Z	P	Zeitschrift
87	15	JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH
53	10	JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY
49	7	RHEOLOGICA ACTA
40	10	APPLIED OPTICS
37	3	JOURNAL OF RHEOLOGY
32	7	ENGINEERING ANALYSIS WITH BOUNDARY ELEMENTS
31	6	APPLIED PHYSICS LETTERS
28	5	MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING B-SOLID STATE MATERIALS FOR ADVANCED TECHNOLOGY
23	1	ADVANCED MATERIALS
23	2	JOURNAL OF FLUID MECHANICS

A-2.5

RWTH Aachen

Z	P	Zeitschrift
75	9	COMBUSTION AND FLAME
52	42	KUNSTSTOFFE-PLAST EUROPE
33	14	COMPUTERS & CHEMICAL ENGINEERING
33	30	SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY
29	2	JOURNAL OF FLUID MECHANICS
21	1	JOURNAL OF ATMOSPHERIC CHEMISTRY
21	6	INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH
17	2	INTERNATIONAL JOURNAL OF MULTIPHASE FLOW
14	5	AICHE JOURNAL
14	5	BIOCHEMICAL ENGINEERING JOURNAL

Abbildung A-1



Anhangtabelle A-3
Maschinenbau
Binnenanalyse Deutschland
Indikatortableau
Hochschulsektor/Übergangsbereich (1997-2001) nach Hochschulen

Indikator	P _{Hsch}	P _{Über}	Z _{Hsch}	Z _{Über}	Z/P _{Hsch}	Z/P _{Über}	(Z/P)/ JCSm _{Hsch}	(Z/P)/ JCSm _{Über}
Hochschule								
Aachen, RWTH	491	34	599	71	1,22	2,09	1,24	0,97
Berlin, TU	158	11	224	26	1,42	2,36	1,19	1,23
Bochum, Uni	129	41	320	60	2,48	1,46	1,46	1,26
Braunschweig, TU	124	8	236	33	1,90	4,12	1,51	1,16
Bremen, Uni	158	44	205	47	1,30	1,07	1,07	0,77
Chemnitz, TU	59	5	61	1	1,03	0,20	0,97	0,00
Clausthal, TU	210		318		1,51		1,22	
Cottbus, TU	23		14		0,61		0,58	
Darmstadt, TU	239		475		1,99		1,55	
Dortmund, Uni	148	2	371	5	2,51	2,50	1,29	6,48
Dresden, TU	212	306	640	1252	3,02	4,09	1,76	2,07
Duisburg, Uni/GH	95	5	206	3	2,17	0,60	1,06	0,38
Erlangen-Nürnberg, Uni	350		893		2,55		1,41	
Essen, Uni	31		23		0,74		0,91	
Freiberg, TU/BergAk	142	1	192	0	1,35	0,00	1,00	0,00
Halle-Wittenberg, Uni	192		501		2,61		1,24	
Hamburg, Ubw	19		28		1,47		0,97	
Hamburg-Harburg, TU	354	1	1156	0	3,27	0,00	1,40	0,00
Hannover, Uni	148	4	177	2	1,20	0,50	1,11	0,50
Ilmenau, TU	41		29		0,71		0,67	
Kaiserslautern, Uni	146		326		2,23		1,48	
Karlsruhe, Uni	193	5	284	5	1,47	1,00	1,17	0,70
Kassel, Uni	76		114		1,50		1,19	
Magdeburg, Uni	140	6	153	52	1,09	8,67	0,74	3,75
München, TU	149		173		1,16		1,17	
München, Ubw	20		18		0,90		0,92	
Paderborn, Uni/GH	107		128		1,20		1,50	
Rostock, Uni	17		11		0,65		0,94	
Saarbrücken, Uni	82	7	162	55	1,98	7,86	1,24	2,39
Siegen, Uni/GH	99		232		2,34		2,01	
Stuttgart, Uni	412	6	1222	3	2,97	0,50	1,63	0,49
Wuppertal, Uni/GH	3		6		2,00		0,66	

Hsch: Hochschulsektor

Über: Übergangsbereich (vgl. Abschnitt 3.2.1)

Abbildung A-2

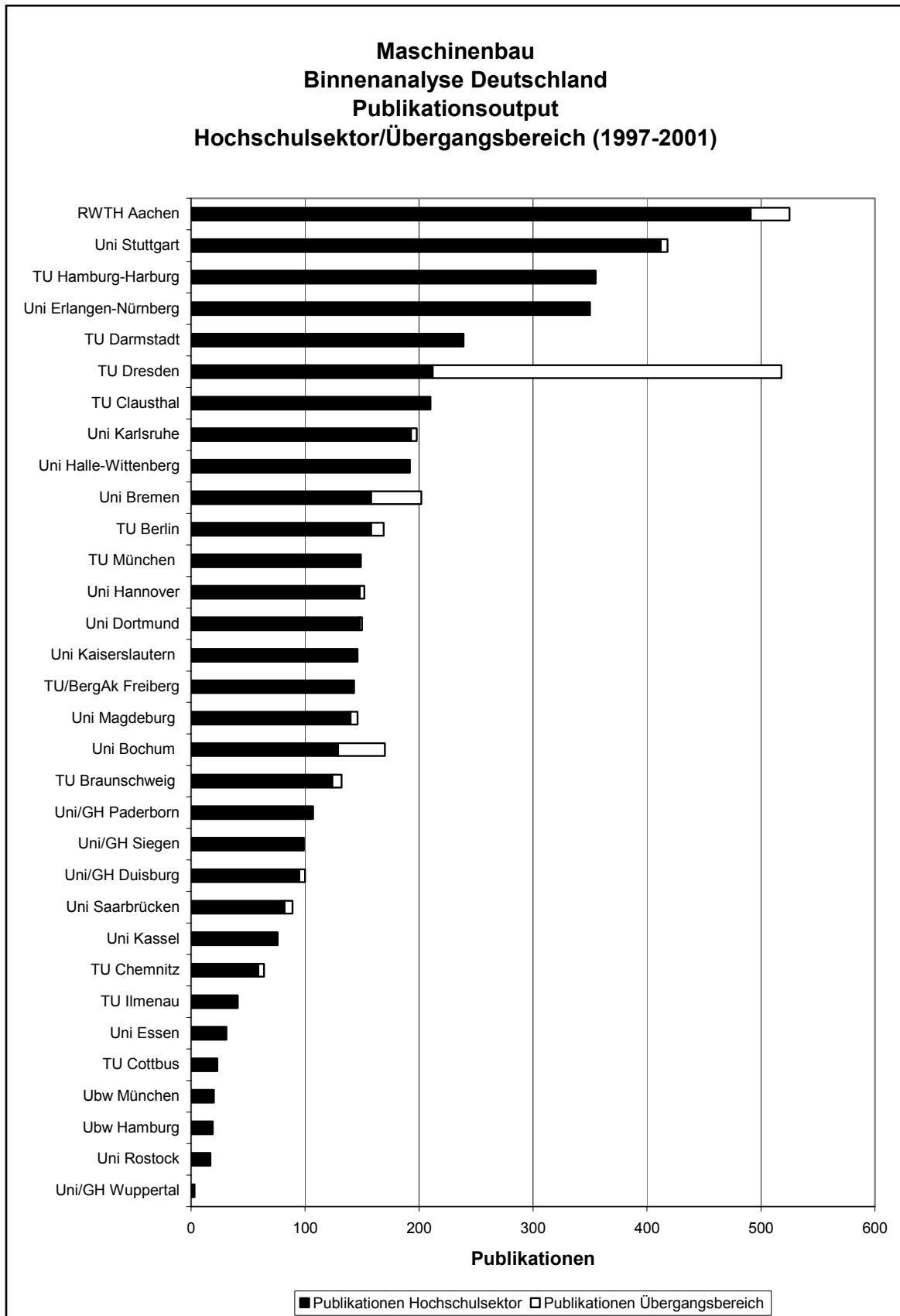


Abbildung A-3

