

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

CVD-Diamantwerkzeuge  
Anwendungsfelder  
CVD diamond tools  
Applications

VDI 2841  
Blatt 2 / Part 2

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	3
<b>2 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	3
<b>3 Fertigungsverfahren</b> .....	4
3.1 Trennen .....	4
3.2 Umformen .....	13
3.3 Weitere Anwendungsfelder .....	15
3.4 Stand der Forschung (Fertigungsverfahren) .....	16
<b>4 Werkstoffe</b> .....	20
4.1 Grafit .....	20
4.2 Kunststoffe .....	22
4.3 Keramiken und Hartmetalle .....	24
4.4 Leichtmetalllegierungen (Nichteisenmetalle) .....	26
4.5 Metallverbundwerkstoffe (MMC) .....	28
4.6 Holzwerkstoffe .....	29
4.7 Stand der Forschung (Werkstoffe) .....	31
<b>5 Übersichtstabelle</b> .....	32
Schrifttum .....	34

Contents	Page
Preliminary note .....	2
Introduction .....	2
<b>1 Scope</b> .....	3
<b>2 Symbols and abbreviations</b> .....	3
<b>3 Manufacturing processes</b> .....	4
3.1 Cutting .....	4
3.2 Forming .....	13
3.3 Further fields of application .....	15
3.4 State of research (manufacturing processes) .....	16
<b>4 Materials</b> .....	20
4.1 Graphite .....	20
4.2 Plastics .....	22
4.3 Ceramics and carbides .....	24
4.4 Light metal alloys (non-ferrous metals) .....	26
4.5 Metal-matrix composites (MMC) .....	28
4.6 Wood-based materials .....	29
4.7 State of research (materials) .....	31
<b>5 Overview table</b> .....	32
Bibliography .....	34

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)

Fachbereich Produktionstechnik und Fertigungsverfahren

VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 3: Betriebsmittel  
VDI-Handbuch Kunststofftechnik  
VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 2: Fertigungsverfahren  
VDI-Handbuch Werkstofftechnik

### **Vorbemerkung**

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2841](http://www.vdi.de/2841).

### **Einleitung**

Nach der ausführlichen Behandlung der Kohlenstoffmodifikationen in der Richtlinie VDI 2840 sowie der tiefer gehenden Einteilung und Charakterisierung von Diamantschichtmorphologien und Diamantwerkzeugen in VDI 2841 Blatt 1 wird in dieser weiterführenden Richtlinie (Blatt 2) auf die Anwendung und die Anwendungsbereiche von mit chemischer Gasphasenabscheidung (CVD, chemical vapour deposition) hergestellten Diamantwerkzeugen eingegangen.

Zunächst erfolgen die Beschreibung der CVD-Diamantwerkzeuge sowie die grundlegende Darstellung der gängigen Verfahren, die beim Trennen, Abrichten und Umformen eingesetzt werden. Anschließend wird auf Spezialanwendungen von diamantbeschichteten Werkzeugen eingegangen. Stellvertretend seien an dieser Stelle u. a. Umformwerkzeuge und Spannwerkzeuge im Mikrofertigungsbereich, diamantdotierte Elektroden bei der Funkenerosion und Gravurwerkzeuge genannt.

Danach erfolgt eine Abgrenzung in der Anwendung bezüglich der Werkstoffe, wobei das Standzeit- und Zerspanverhalten von CVD-Diamantdünn- und CVD-Diamantdickschichtwerkzeugen für die verschiedenen Werkstoffe Berücksichtigung findet. Hierbei werden die dem heutigen Stand der Technik entsprechend eingesetzten Schnittparameter bei der Anwendung beider Schichttypen beschrieben. Weiterhin erfolgt die Erläuterung grundsätzlicher Prozessänderungen wie die Trocken- oder Nassbearbeitung und die Bauteilqualität als prozessbeeinflussende Größen. Im Kontext werden die typischen Verschleißformen in der Bearbeitung dieser Werkstoffe erörtert.

### **Preliminary note**

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/3334](http://www.vdi.de/3334).

### **Introduction**

Following the detailed treatment of carbon modifications in standard VDI 2840 and also the more in-depth classification and characterization of diamond film morphologies and diamond tools in VDI 2841 Part 1, the present standard (Part 2) looks at the application of and fields of application for diamond tools produced by chemical vapour deposition (CVD).

First of all, a description is given of CVD diamond tools and the usual methods of cutting, dressing and reshaping them are explained. Following this, special applications of diamond-coated tools are examined. Examples include forming tools and clamping tools in microfabrication, diamond-doped electrodes used in electrical discharge machining, engraving tools, and other applications.

Applications are then subdivided on the basis of the materials involved, with consideration given to the life expectancy and cutting performance of CVD-diamond thin-film and CVD-diamond thick-film tools as related to the various materials. Here descriptions are given of the state-of-the-art cutting parameters in use in application of the two types of coating. In addition, an explanation is given of fundamental process changes, such as dry or wet machining and component quality, as factors influencing the process. Typical manifestations of wear occurring in machining these materials are dealt with in context.

Neben den in der industriellen Praxis gängigen CVD-Diamantanwendungen wird in dieser Richtlinie auch der Stand der Forschung bei der Zerspaltung mittels CVD-Diamantwerkzeugen aufgezeigt.

## 1 Anwendungsbereich

In dieser Richtlinie wird auf die Bearbeitung folgender Werkstoffe eingegangen:

- Grafit
- unverstärkte und verstärkte NE-Metalle und -Legierungen
- unverstärkte und faserverstärkte Kunststoffe; dazu zählen glasfaserverstärkte (GFK) und kohlefaserverstärkte (CFK) Kunststoffe
- Hartmetalle und Keramiken, im Grünlings- und Sinterzustand
- Metall-Matrix-Verbundwerkstoffe (MMC)
- Holzwerkstoffe
- Stein

Es existiert eine Vielzahl erfolgreicher Anwendungen von CVD-Diamantwerkzeugen [1]. Die Anwendungsgebiete dieser Werkzeuge sind in die eingesetzten Bearbeitungsverfahren entsprechend Abschnitt 3 unterteilt.

## 2 Formelzeichen und Abkürzungen

### Formelzeichen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Formelzeichen verwendet:

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
$D$	Durchmesser	mm
$G$	Schleifverhältnis	–
$s_D$	Schichtdicke	mm

### Abkürzungen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Abkürzungen verwendet:

AFK	aramidfaserverstärkte Kunststoffe
cBN	kubisches Bornitrid
CFK	kohlefaserverstärkte Kunststoffe
CVD	chemische Gasphasenabscheidung
GFK	glasfaserverstärkte Kunststoffe
MMC	Metallmatrix-Verbundwerkstoffe
ND	Naturdiamant
PcBN	polykristallines kubisches Bornitrid
PKD	polykristalliner Diamant
PMMA	Polymethylmethacrylat
UP	Ultrapräzisionsbearbeitung

In addition to the applications for CVD diamond commonly found in industry, the present standard also covers the current state of research in the field of cutting using CVD diamond tools.

## 1 Scope

This standard is concerned with the machining of the following materials:

- graphite
- unstrengthened and strengthened non-ferrous metals and alloys
- unreinforced and fibre-reinforced plastics; these include glass-fibre-reinforced (GFRP) and carbon-fibre-reinforced (CFRP) plastics
- carbides and ceramics, in the green compact and sintering states
- metal-matrix composites (MMC)
- wood
- stone

CVD diamond tools have a large number of successful applications [1]. The areas of application of these tools are subdivided on the basis of the machining methods as examined in Section 3.

## 2 Symbols and abbreviations

### Symbols

The following symbols are used through out this standard:

Symbol	Designation	Unit
$D$	diameter	mm
$G$	grinding ratio	–
$s_D$	coating thickness	mm

### Abbreviations

The following abbreviations are used in the present standard:

AFRP	aramid-fibre-reinforced plastics
cBN	cubic boron nitride
CFRP	carbon-fibre-reinforced plastics
CVD	chemical vapour deposition
GFRP	glass-fibre-reinforced plastics
MMC	metal-matrix composites
ND	natural diamond
PcBN	polycrystalline cubic boron nitride
PCD	polycrystalline diamond
PMMA	polymethyl methacrylate
UP	ultra-precision machining