



Farbliche Markierung technischer Funktionen von Vorrichtungen für das elektro- chemische Präzisionsabtragen

VDE SPEC 90045 V1.0 (de)

Vorwort

Veröffentlichungsdatum dieser VDE SPEC: 27.02.2026

Zur vorliegenden VDE SPEC wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Dieses Dokument ist entstanden aus einem DIN-Connect-Projekt „Standardisierung der falschfarbliehen Markierungen der elektrischen Funktionen von Vorrichtungen für das elektrochemische Präzisionsabtragen“.

Diese VDE SPEC wurde nach dem VDE SPEC-Verfahren erarbeitet. Die Erarbeitung von VDE SPEC 90045 V1.0 (de) erfolgte in einer Projektgruppe und nicht zwingend unter Einbeziehung aller interessierten Kreise.

Diese VDE SPEC ist **nicht** Bestandteil des VDE-Vorschriftenwerks oder des Deutschen Normenwerks. Diese VDE SPEC ist insbesondere auch **keine** Technische Regel im Sinne von § 49 EnWG.

Verfasser dieser VDE SPEC sind:

- Griebach, Dr. Sören, GS-Pro GmbH
- Hackert-Oschätzchen, Prof. Dr. Matthias, Steinbeis-Forschungszentrum Fertigungstechnik und Qualitätssicherung
- Jungblut, Annegret, Pro-Com A. Jungblut GmbH
- Jungblut, Guido, Pro-Com A. Jungblut GmbH
- Meichsner, Dr. Gunnar, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Plänitz, Dr. Philipp, AQcomputare Gesellschaft für Materialberechnung mbH

Rückmeldungen können Sie bitte an folgende E-Mail-Adresse senden: spec@vde.com

An dieser Stelle herzlichen Dank an die Experten für ihre wertvollen Beiträge und Anregungen:

Prof. Matthias Hackert-Oschätzchen, Steinbeis-Forschungszentrum Fertigungstechnik und Qualitätssicherung

Trotz großer Anstrengungen zur Sicherstellung der Korrektheit, Verlässlichkeit und Präzision technischer und nicht-technischer Beschreibungen kann die VDE SPEC-Projektgruppe weder eine explizite noch eine implizite Gewährleistung für die Korrektheit des Dokuments übernehmen. Die Anwendung dieses Dokuments geschieht in dem Bewusstsein, dass die VDE SPEC-Projektgruppe für Schäden oder Verluste jeglicher Art nicht haftbar gemacht werden kann. Die Anwendung der vorliegenden VDE SPEC entbindet den Nutzer nicht von der Verantwortung für eigenes Handeln und geschieht damit auf eigene Gefahr.

Im Zuge der Herstellung und/oder Einführung von Produkten in den Europäischen Binnenmarkt muss der Hersteller eine Risikoanalyse durchführen, um zunächst festzustellen, welche Risiken das Produkt möglicherweise mit sich bringt. Nach Durchführung der Risikoanalyse bewertet er diese Risiken und ergreift gegebenenfalls geeignete Maßnahmen, um die Risiken wirksam zu eliminieren oder zu minimieren (Risikobewertung). Die vorliegende VDE SPEC entbindet den Nutzer nicht von dieser Verantwortung.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte betreffen können. VDE ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Zusammenfassung

Das Fertigungsverfahren EC-Präzisionsabtragen, welches auf der anodischen Metallauflösung basiert, ist gekennzeichnet durch einen komplexen Wirkmechanismus. Die Prozessgestaltung erfordert interdisziplinäre Kenntnisse z. B. aus den Fachgebieten Maschinenbau, Physik, Chemie und Elektrotechnik. Die beim EC-Präzisionsabtragen verwendeten Abtragvorrichtungen sind teilweise sehr komplex, da diese eine Vielzahl an Funktionen, wie z. B. kathodischer Kontakt, Kathodengeometrie, elektrische Isolation, anodischer Kontakt, Werkstückgeometrie, Elektrolytführung, Positionierung, Aufspannen erfüllen. Zur Zuordnung von Funktionen zu den Vorrichtungselementen legt die VDE SPEC 90045 farbliche Markierungen der jeweiligen Vorrichtungselemente fest und bietet Hinweise zur Umsetzung der farblichen Markierungen in Skizzen, Abbildungen, CAD-Daten, Simulationsmodellen und digitalen Zwillingen. Durch die VDE SPEC 90045 soll die Kommunikation zwischen Kunden und Auftraggebern, in der innerbetrieblichen Kommunikation zwischen den Fachabteilungen sowie zwischen Wissenschaft, KMU und Industrie bis hin zum Publizieren von Ergebnissen erleichtert und Erklärungsaufwand reduziert werden.

Executive Summary

The electrochemical precision machining, which is based on anodic metal dissolution, is characterized by a complex mechanism of action. The process design requires interdisciplinary knowledge, e.g., from the fields of mechanical engineering, physics, chemistry and electrical engineering. Some of the removal devices used in electrochemical precision machining are very complex, as they perform a variety of functions, such as cathodic contact, cathode geometry, electrical insulation, anodic contact, anode geometry, electrolyte guidance, positioning, clamping. In order to assign functions to the device elements, VDE SPEC 90045 specifies colour markings of the respective device elements and provides instructions for implementing the colour markings in sketches, illustrations, CAD data, simulation models and digital twins. VDE SPEC 90045 is intended to facilitate communication between customers and clients, in internal communication between specialist departments and between science, SMEs and industry through to the publication of results, and to reduce the amount of explanation required.

Inhalt

1	Anwendungsbereich	1
2	Normative Verweisungen	1
3	Begriffe	1
4	Abkürzungen	3
5	Kurzbeschreibung	4
6	Funktionen von Abtragvorrichtungen	4
7	Farbliche Markierung	5
8	Hinweise zur Umsetzung der farblichen Markierung	7
8.2	2D-Darstellungen	7
8.3	3D-Darstellungen	7
Anhang A Beispiele für farblich markierte Abtragvorrichtungen als 2D-Prinzipskizze		8
Literaturhinweise		11
Abbildungsverzeichnis		
Bild 1 – Abtragvorrichtung für eine Parallelbearbeitung von 8 Werkstücken gleichzeitig (©Ter Hoek Vonkerosie Rijssen BV [1])		4
Bild 2 – Schematische Darstellung einer Abtragvorrichtung mit Spülkammer, innengeschültem Werkstück und Säulenführung		5
Tabellenverzeichnis		
Tabelle 1 – Zuordnung Farbe und Funktion		6
Tabelle 2 – Beispiele für Kathodenspannsysteme		8
Tabelle 3 – Beispiele für Werkstückspannsysteme		9
Tabelle 4 – Beispiele für Elektrolytführungen		10

1 Anwendungsbereich

Diese VDE SPEC legt farbliche Markierungen technischer Funktionen von Abtragvorrichtungen für das elektrochemische Präzisionsabtragen mit gepulstem Strom und oszillierendem Arbeitsabstand fest. Die Markierungen dienen der eindeutigen funktionalen Identifikation von Vorrichtungselementen einer Abtragvorrichtung.

Diese VDE SPEC soll ausschließlich für das elektrochemische Präzisionsabtragen mit gepulstem Strom und oszillierendem Arbeitsabstand gelten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 6300, *Vorrichtungen für die Fixierung der Lage von Werkstücken während formändernder Fertigungsverfahren – Benennungen und deren Abkürzungen*

DIN 8580, *Fertigungsverfahren – Begriffe, Einteilung*

DIN 8590, *Fertigungsverfahren Abtragen – Einordnung, Unterteilung, Begriffe*

DIN SPEC 91399:2018-12, *Methode zur Bestimmung von Prozesseingangsgrößen für das elektrochemische Präzisionsabtragen – Anforderungen, Kriterien, Festlegungen*

VDE SPEC 90028, *Methode zur ressourceneffizienten Erstellung digitaler Zwillinge von Prozessenergiequellen für das elektrochemische Präzisionsabtragen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Plattform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org>

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <https://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Abtragvorrichtung

Fertigungsmittel, das Werkstücke während des formändernden Abtragverfahrens in einer bestimmten Lage zum Werkzeug positioniert, fixiert, elektrisch kontaktiert und ggf. notwendige Medien dem Arbeitsspalt zuführt.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Werkstücke sind dabei wiederholgenau in den Vorrichtungen positioniert und gespannt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Werkzeug bezeichnet für das EC-Abtragen die Kathode.

Anmerkung 3 zum Begriff: Medium bezeichnet für das EC-Abtragen den Elektrolyten.

nach [DIN 6300]

3.2

Arbeitsspalt

Volumen, das durch die Anodenfläche und die Kathodenfläche sowie den Abstand zwischen diesen Flächen aufgespannt wird

[DIN SPEC 91399]

3.3

Elektrochemisches Präzisionsabtragen

EC-Präzisionsabtragen

Elektrochemisches Abtragen mit gepulstem Gleichstrom und oszillierender Kathode oder oszillierender Anode

Anmerkung 1 zum Begriff: Kathode bezeichnet das Werkzeug.

Anmerkung 2 zum Begriff: Anode bezeichnet das Werkstück.

[DIN SPEC 91399]

3.4

RGB-Farbraum

Dreikomponenten-Farbkodierung, definiert durch eine lineare Transformation aus CIE XYZ

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine solche Transformation kann als 3×3 -Matrix angegeben werden, und die Transformation zwischen XYZ und additivem RGB wird dann durch Multiplikation mit dieser Matrix oder ihrer Inversen durchgeführt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Adobe RGB (1998) ist ein Beispiel für einen RGB-Farbraum.

[ISO 16760:2014]

4 Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
APA	American Psychological Association
CAD	Computer-Aided Design (computergestütztes Design)
CEN	Europäisches Komitee für Normung (französisch <i>Comité Européen de Normalisation</i>)
CENELEC	Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung (französisch <i>Comité Européen de Normalisation Électrotechnique</i>)
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE
EC	Elektrochemisch
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission (englisch <i>International Electrotechnical Commission</i>)
ISO	Internationale Organisation für Normung (ISO von griechisch ἴσος isos, deutsch ‚gleich‘)
Pt.	Punkt bzw. Punkte
RGB	Rot, Grün, Blau, die drei Grundfarben der additiven Farbmischung.
VDE	VDE Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V.

5 Kurzbeschreibung

Für eine wirtschaftliche Nutzung des elektrochemischen Präzisionsabtrags werden teilweise komplexe Abtragsvorrichtungen verwendet (siehe Bild1).

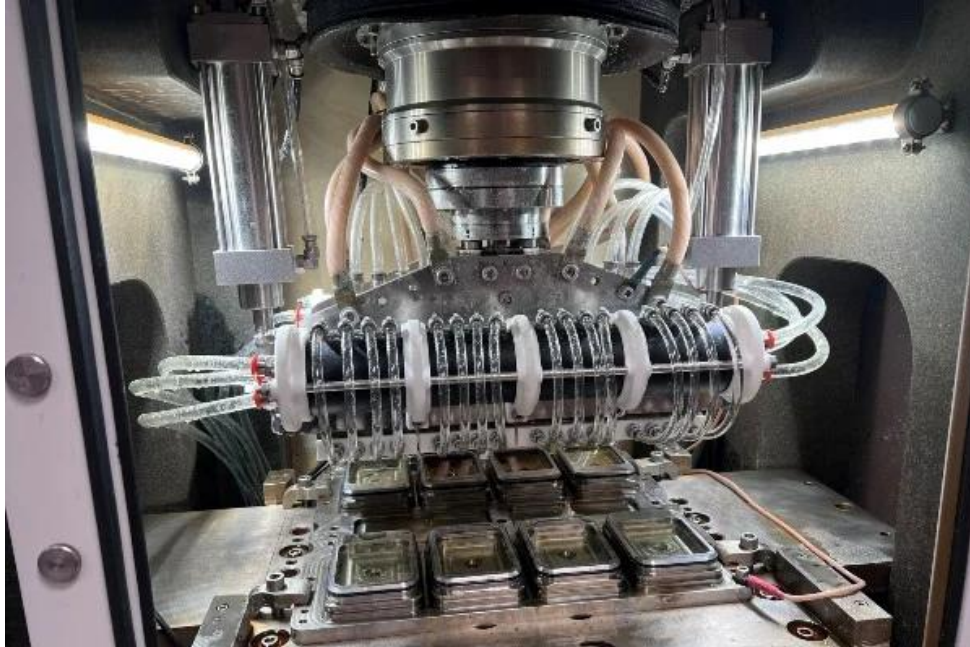


Bild 1 – Abtragsvorrichtung für eine Parallelbearbeitung von 8 Werkstücken gleichzeitig (©Ter Hoek Vonkerosie Rijssen BV [1])

Diese Abtragsvorrichtungen dienen dazu, Werkstücke zu positionieren, deren Lage zu halten, sie festzuspannen, sie elektrisch zu kontaktieren und die Kathode zu führen. Darüber hinaus können in Abtragsvorrichtungen der Elektrolyt geführt und durch elektrisch isolierte Bereiche der Abtrag fokussiert werden. Diese Vielzahl an Funktionen wird durch farbliche Markierungen der Vorrichtungselemente sichtbar.

Gerade in den Phasen der Konzeptionierung, der Fertigung, der Montage, der Inbetriebnahme und der Wartung von komplexen Abtragsvorrichtungen verbessern farbliche Markierungen der Vorrichtungselemente die intuitive Wahrnehmung und notwendige Kommunikation. Jedem Vorrichtungselement wird je nach Funktion eine Farbe zugeordnet, welche beispielsweise in 2D-Prinzipskizzen, 3D-Modellen für CAD-Konstruktionen oder Simulationen und der bildlichen Dokumentation verwendet werden. Die zu verwendenden funktionsabhängigen Farben sind in dieser VDE SPEC festgelegt.

6 Funktionen von Abtragsvorrichtungen

Abtragsvorrichtungen sind Fertigungsmittel, die beim EC-Abtragen vielfältige Funktionen übernehmen. Abtragsvorrichtungen dienen insbesondere der Positionierung und Fixierung von Kathode und Werkstück, der Sicherstellung deren definierter Lage, der elektrischen Kontaktierung sowie gelegentlich der Einbringung und präzisen Führung von Kathoden. In der Regel werden Abtragsvorrichtungen werkstückspezifisch ausgelegt und an die jeweilige Werkstückgeometrie angepasst. Darüber hinaus ermöglichen Abtragsvorrichtungen eine gezielte Führung des Elektrolyten und gewährleisten durch elektrische Isolationen die Abtraglokalisierung. Zur Steigerung von Prozessüberwachung, Qualitätssicherung und Automatisierung können Sensoren in Abtragsvorrichtungen integriert sein. Die jeweiligen Funktionen werden durch bestimmte Vorrichtungselemente der Abtragsvorrichtung umgesetzt.

Bild 2 zeigt beispielhaft eine schematische Darstellung einer Abtragsvorrichtung. Im Allgemeinen besteht eine Abtragsvorrichtung aus den Hauptkomponenten Kathodenspannsystem und Werkstückspannsystem. Optional werden Spülkammern und Führungen verwendet.

- Das Kathodenspannsystem dient der Fixierung und Positionierung der Kathode und stellt die elektrische Kontaktierung für das kathodenseitige Potential zur Verfügung. Optional kann das Kathodenspannsystem elektrische Isolatoren enthalten.
- Das Werkstückspannsystem dient der Fixierung und Positionierung des Werkstücks und stellt die Kontaktierung für das anodenseitige Potential zur Verfügung. Optional kann das Werkstückspannsystem elektrische Isolatoren enthalten.
- Die Spülkammer dient der Elektrolytführung, d. h. der Zuführung des Elektrolyten in den Arbeitsspalt zwischen Kathode und Werkstück und der Abfuhr des mit Abtrag- und Reaktionsprodukten versetzten Elektrolyten aus dem Arbeitsspalt. Die Spülkammer verbindet das Kathodenspannsystem und das Werkstückspannsystem und muss elektrisch isoliert sein. Die Spülkammer verfügt in der Regel über einen Elektrolyteinlass und einen Elektrolytauslass.
- Führungen zwischen Kathodenspannsystem und Werkstückspannsystem dienen der Zentrierung bzw. präzisen Positionierung der Senkbewegung oder Zustellbewegung zwischen Kathode und Werkstück.

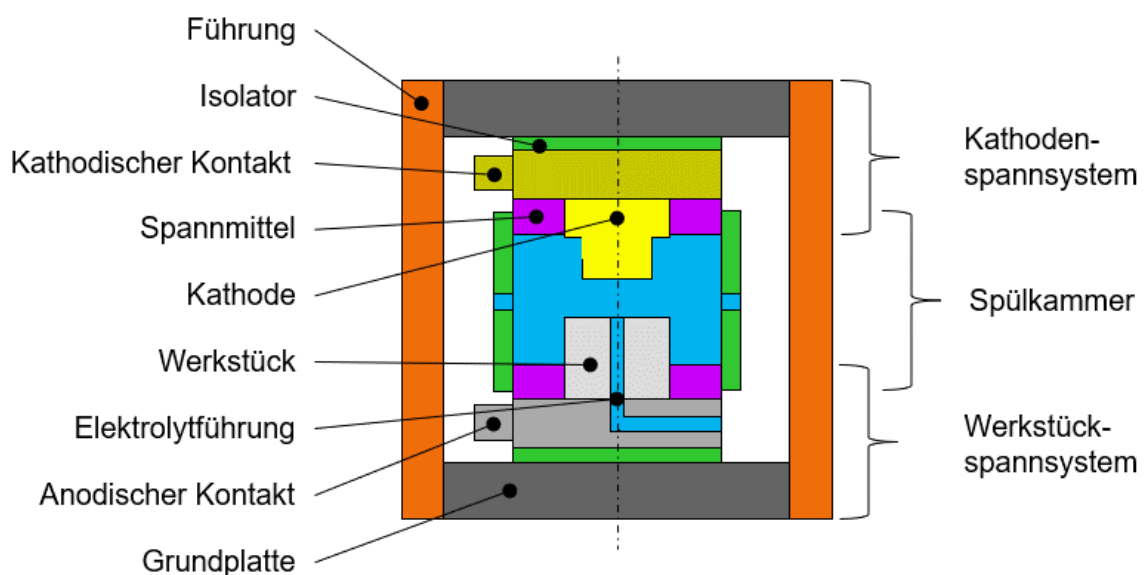















Bild 2 – Schematische Darstellung einer Abtragsvorrichtung mit Spülkammer, innengeschültem Werkstück und Säulenführung

Zudem können Abtragsvorrichtungen Sensoren zur Messdatenerfassung, pneumatische Aktoren für Stellbewegungen und Ultraschallwandler zur ultraschallunterstützten elektrochemischen Bearbeitung enthalten.

7 Farbliche Markierung

Zur farblichen Markierung einer Abtragsvorrichtung werden deren Vorrichtungselemente mit einer spezifischen Farbe gekennzeichnet. Jede Farbe ist einer definierten Funktion der Abtragsvorrichtung zugeordnet. Die entsprechenden Farben sind nach dem RGB-Farbraum festgelegt (Tabelle 1).

Tabelle 1 – Zuordnung Farbe und Funktion

Vorrichtungselement	Funktion	Farbe	RGB
Anodischer Kontakt	Elektrische Kontaktierung des Werkstücks		170 170 170
Elektrolytführung	Zufuhr oder Abführung des Elektrolyten		0 180 240
Führung	Positionierung und Zentrierung einer präzisen Bewegung		240 110 10
Grundplatte	Träger der Vorrichtungselemente und Schnittstelle für die Maschinenintegration		100 100 100
Isolator	Trennung elektrisch leitfähiger Komponenten		50 200 50
Kathodischer Kontakt	Elektrische Kontaktierung der Kathode		200 200 0
Kathode	Abtraglokalisierung		250 250 0
Pneumatikelement	Stellbewegung; bspw. Einbringung von Kathoden		20 40 160
Spannmittel	Fixierung von Kathode und Werkstück		200 0 250
Sensor	Aufnahme physikalischer Größen		250 0 0
Ultraschallwandler	Erzeugung von mechanischen Vibrationen mit Frequenzen im Ultraschallbereich		130 230 210
Werkstück (Anode)	Halbzeug für die Bearbeitung		220 220 220
Zusatzachse	Lineare- oder rotatorische positionier Bewegung		120 60 200

Anmerkungen:

- Grundplatten, die elektrisch isolieren, müssen als Isolator dargestellt werden.
- Elektrisch leitfähige Grundplatten, die elektrischen Kontakt zum anodischen oder kathodischen Kontakt besitzen, müssen entsprechen des vorliegenden Kontakts gekennzeichnet werden.
- Die Verbindungsstelle, die den elektrischen Kontakt zwischen EC-Fertigungseinrichtung und Abtragvorrichtung herstellt, sollte immer dargestellt werden. Hierzu kann der Kabelschuh des Verbindungsleiters dienen.
- Wird der elektrische Kontakt durch weitere Vorrichtungselemente geleitet, welche keine weiteren Funktionen nach Tabelle 1 besitzen, müssen diese Vorrichtungselemente entsprechen des vorliegenden Kontakts gekennzeichnet werden.
- Wird der elektrische Kontakt durch das Spannmittel übertragen oder ist das Spannmittel nicht elektrisch leitfähig, muss weiterhin das Spannmittel als Spannmittel gekennzeichnet werden.
- Verbindungselemente, brauchen nicht nach Tabelle 1 farblich markiert werden, es sei denn, sie tragen insbesondere zur Umsetzung einer Funktion bei.

- Bewegungs- oder Strömungsrichtungen sollen nicht durch Pfeile berücksichtigt werden.

8 Hinweise zur Umsetzung der farblichen Markierung

8.1 Allgemeines

Die farbliche Markierung von Abtragvorrichtungen bezieht sich auf digitale und gedruckte Darstellungen. Vorrichtungselemente einer Abtragvorrichtung werden nach ihrer Funktion unterteilt. Je nach Funktion muss anhand Tabelle 1 die Auswahl der Farbe für die farbliche Markierung erfolgen.

8.2 2D-Darstellungen

Das Vorrichtungselement sollte mit der entsprechenden Farbe nach Tabelle 1 flächig eingefärbt werden. Zur optischen Abgrenzung muss für jedes einzelne Vorrichtungselement die farbliche Markierung mit einer schwarzen Linie umrandet sein. Die Stärke der Umrandungslinie sollte $\frac{1}{2}$ Pt. betragen. Falls eine flächige Einfärbung nicht möglich ist, darf die Umrandungslinie des Vorrichtungselements entsprechend eingefärbt werden.

Bei bereits bestehenden Skizzen, Abbildungen, Zeichnungen bzw. digitalen Fotos muss durch eine Software ein Formelement über das entsprechende Vorrichtungselement gelegt werden. Das Formelement sollte mit der entsprechenden Farbe des Vorrichtungselements flächig eingefärbt werden. Zudem sollte eine Transparenz von 50 % für die Durchsichtigkeit der eigentlichen Abbildung gesetzt werden. Falls eine flächige Einfärbung nicht möglich ist, darf die Umrandung des Formelements eingefärbt werden.

Für Handskizzen muss eine flächige oder umrandende Markierung verwendet werden. Für Handskizzen dürfen je nach Verfügbarkeit Farben verwendet werden, die sich an der Zuordnung der Farbe nach Tabelle 1 orientieren.

Ausgewählte Beispiele für farblich markierte Abtragvorrichtungen als 2D-Prinzipskizzen sind in Anhang A anhand des Kathodenspannsystems, des Werkstückspannsystems und der Elektrolytführung dargestellt.

8.3 3D-Darstellungen

Für die Darstellung von Abtragvorrichtungen als 3D-Modell in CAD oder als 3D-Modell bzw. digitaler Zwilling in Simulationssoftware sollte der entsprechende Volumenkörper jedes Vorrichtungselements mit der entsprechenden Farbe nach Tabelle 1 eingefärbt werden. Falls eine Einfärbung des Volumenkörpers nicht möglich ist, darf die Mantelfläche oder die Umrandung des Vorrichtungselements entsprechend eingefärbt werden.

Hinweis für 3D-Modelle in CAD:

In der Regel wird das Elektrolytgebiet im CAD nicht als separater Volumenkörper dargestellt, sodass das Elektrolytgebiet nicht farblich hinterlegt werden kann. Zur farblichen Markierung der Elektrolytführung, sollte ein Volumenkörper für das Elektrolytgebiet erstellt und entsprechend farblich markiert werden.

Anhang A

Beispiele für farblich markierte Abtragvorrichtungen als 2D-Prinzipkizze

In Tabelle 2 bis 4 werden Komponenten von Abtragvorrichtungen dargestellt, um Verwendern dieser VDE SPEC bei der Umsetzung der farblichen Markierungen zu helfen.

Tabelle 2 – Beispiele für Kathodenspannsysteme

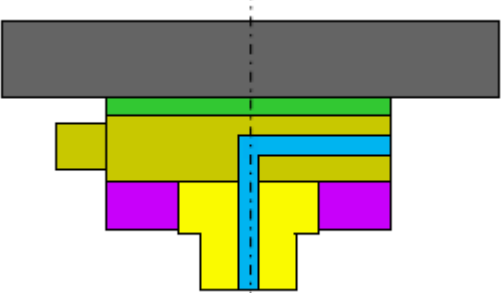
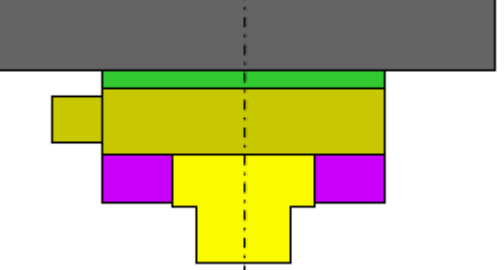
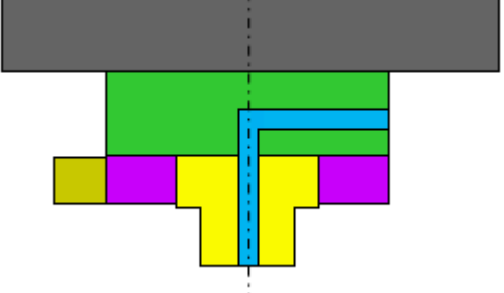
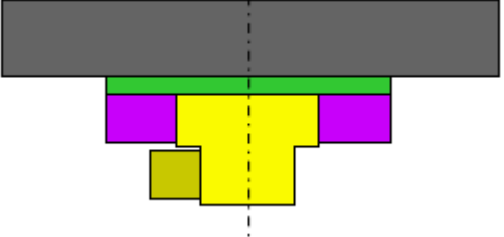
Beispiele für Kathodenspannsysteme	Bemerkungen
	<p>Kathodenspannsystem bestehend aus einer Grundplatte, elektrischer Isolation zur Grundplatte, innengespülte Kathode, welche durch ein Spannmittel auf ein Vorrichtungselement gespannt ist, welches die Elektrolytzufuhr und die kathodische Kontaktierung bereitstellt.</p>
	<p>Kathodenspannsystem bestehend aus einer Grundplatte, elektrischer Isolation zur Grundplatte, Kathode, welche durch ein Spannmittel auf ein Vorrichtungselement gespannt ist, welches die kathodische Kontaktierung bereitstellt.</p>
	<p>Kathodenspannsystem bestehend aus einer Grundplatte, elektrischer Isolation zur Grundplatte, innengespülte Kathode, welche durch ein Spannmittel auf die Isolation gespannt ist, welches die Elektrolytzufuhr bereitstellt. Die kathodische Kontaktierung erfolgt durch das Spannmittel.</p>
	<p>Kathodenspannsystem bestehend aus einer Grundplatte, elektrischer Isolation zur Grundplatte, Kathode, welche durch ein Spannmittel auf die Isolation gespannt ist. Die kathodische Kontaktierung erfolgt direkt an der Kathode.</p>

Tabelle 3 – Beispiele für Werkstückspannsysteme

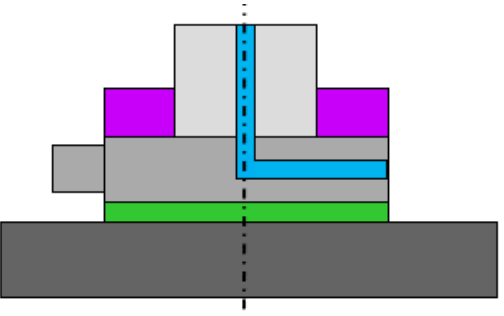
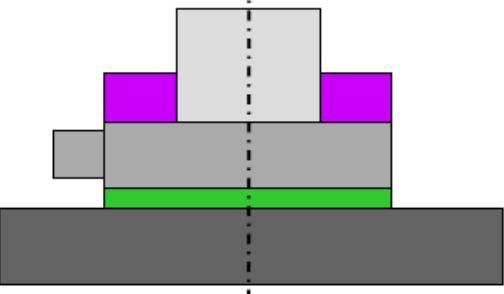
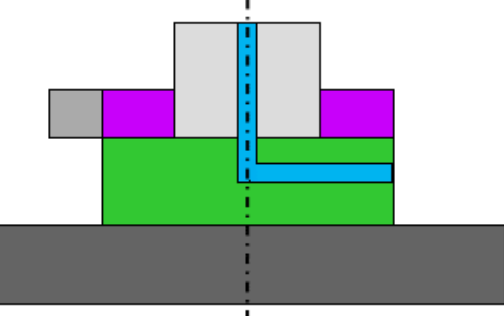
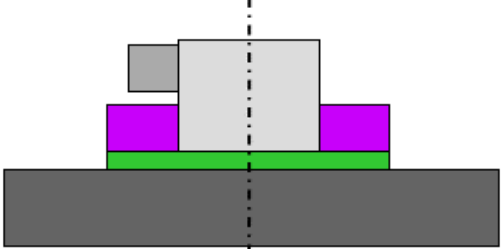
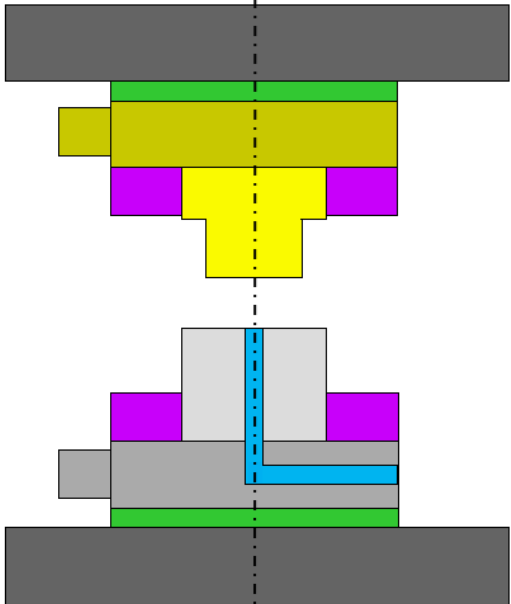
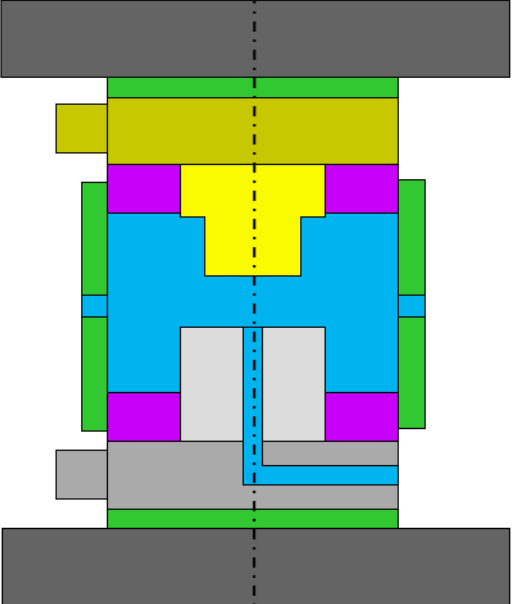
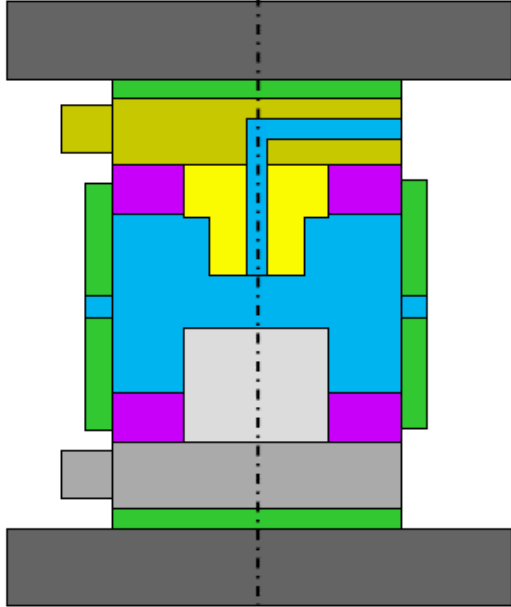
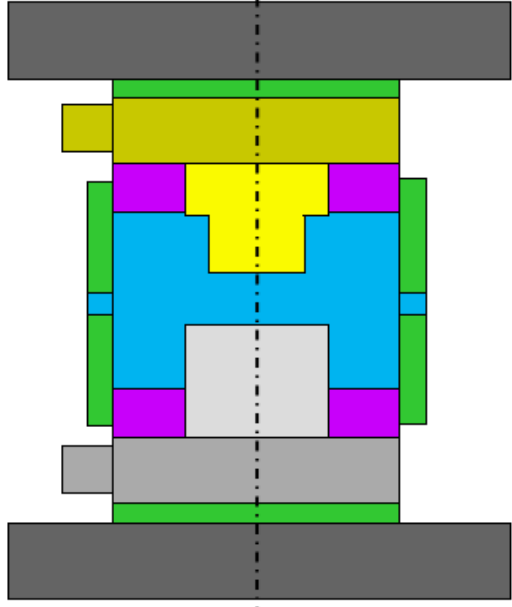
Beispiele für Werkstückspannsysteme	Bemerkungen
	<p>Werkstückspannsystem bestehend aus einer Grundplatte, elektrischer Isolation zur Grundplatte, innengespültes Werkstück, welches durch ein Spannmittel auf ein Vorrichtungselement gespannt ist, welches die Elektrolytzufuhr und die anodische Kontaktierung bereitstellt.</p>
	<p>Werkstückspannsystem bestehend aus einer Grundplatte, elektrischer Isolation zur Grundplatte, Werkstück, welches durch ein Spannmittel auf ein Vorrichtungselement gespannt ist, welches die anodische Kontaktierung bereitstellt.</p>
	<p>Werkstückspannsystem bestehend aus einer Grundplatte, elektrischer Isolation zur Grundplatte, innengespültes Werkstück, welches durch ein Spannmittel auf die Isolation gespannt ist, welches die Elektrolytzufuhr bereitstellt. Die anodische Kontaktierung erfolgt durch das Spannmittel.</p>
	<p>Werkstückspannsystem bestehend aus einer Grundplatte, elektrischer Isolation zur Grundplatte, Werkstück, welches durch ein Spannmittel auf die Isolation gespannt ist. Die anodische Kontaktierung erfolgt direkt am Werkstück.</p>

Tabelle 4 – Beispiele für Elektrolytführungen

<p>Offene Spülung mit innengespültem Werkstück</p>	<p>Geschlossene Spülung (durch Spülkammer) mit innengespültem Werkstück</p>
	
<p>Geschlossene Spülung (durch Spülkammer) mit innengespülter Kathode</p>	<p>Geschlossene Spülung (durch Spülkammer) als Querspülung</p>
	

Literaturhinweise

- [1] N.N.: PECM: Neue Möglichkeiten für extreme Präzision. Internetauftritt, URL <https://www.terhoek.com>, zuletzt geprüft am 22.01.2026.

VDE Verband der Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik e. V.

Merianstraße 28
63069 Offenbach am Main
Tel. +49 69 6308-0
service@vde.com
www.vde.com

VDE