

DIN EN 15520



ICS 25.220.20

Entwurf

Einsprüche bis 2023-03-06
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15520:2007-11

**Thermisches Spritzen –
Empfehlungen zum konstruktiven Gestalten von Bauteilen mit thermisch
gespritzten Schichten;
Deutsche und Englische Fassung prEN 15520:2023**

Thermal spraying –
Recommendations for constructional design of components with thermally sprayed
coatings;
German and English version prEN 15520:2023

Projection thermique –
Recommandations sur la conception des assemblages d'éléments comportant un
revêtement déposé par projection thermique;
Version allemande et anglaise prEN 15520:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-01-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nas@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 35 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15520:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 240 „Thermisches Spritzen und thermisch gespritzte Schichten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 092-00-14 AA „Thermisches Spritzen und thermisch gespritzte Schichten (DVS AG V 7)“ im DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15520:2007-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen und Literaturverzeichnis aktualisiert;
- b) redaktionell überarbeitet;
- c) Bilder angepasst.

Thermisches Spritzen – Empfehlungen zum konstruktiven Gestalten von Bauteilen mit thermisch gespritzten Schichten

Thermal spraying – Recommendations for constructional design of components with thermally sprayed coatings

Projection thermique – Recommandations sur la conception des assemblages d'éléments comportant un revêtement déposé par projection thermique

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Einsatzbereiche und spezifische Eigenschaften thermisch gespritzter Schichten	5
5 Grundregeln für die Gestaltung von Bauteilen mit thermisch gespritzten Schichten	6
6 Gestaltung von Bauteilen und Werkstücken zur Vorbereitung zum thermischen Spritzen	7
7 Bearbeiten und Nachbehandeln von thermisch gespritzten Schichten	7
8 Konstruktionsangaben — Symbolische Darstellung der Spritzschicht in der Zeichnung — Prüfungsangaben in der Stückliste	7
9 Beispiele für das spritzgerechte Konstruieren	8
9.1 Ebene Flächen	8
9.2 Rotationssymmetrische Teile	8
9.3 Sonderformen	8
Literaturhinweise	16

Bilder

Bild 1 — Thermisches Spritzen ebener Flächen	9
Bild 2 — Gestalten rotationssymmetrischer Teile (thermisches Spritzen auf Außenflächen)	10
Bild 3 — Gestalten rotationssymmetrischer Teile (thermisches Spritzen auf Innenflächen)	11
Bild 4	12
Bild 5	12
Bild 6 — Gestalten von Teilen zum Vermeiden von zu hoher Kantenpressung	12
Bild 7 — Technologien zur Vermeidung scharfer Kanten am Beschichtungsauslauf	13
Bild 8 — Ausführungsbeispiel Hubkolben, Grundwerkstoff: Stahl EN 10088-3-1.4571, Schichtbezeichnung nach EN ISO 12671	13
Bild 9 — Ausführungsbeispiel Pumpenwelle, Grundwerkstoff: Stahl EN 10083-1 — C35+N	14

Tabellen

Tabelle 1 — Prozessbedingte Besonderheiten und spezifische Eigenschaften thermisch gespritzter Schichten	5
Tabelle 2 — Grundregeln und Argumente	6
Tabelle 3 — Gängige Mindestmaße für Innenspritzungen	8
Tabelle 1 — Beispiel für eine Stückliste für die fertig bearbeitete Pumpenwelle [siehe Bild 9 b)]	14

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15520:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 240 „Thermisches Spritzen und thermisch gespritzte Schichten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15520:2007 ersetzen.

prEN 15520:2023 enthält die folgenden wesentlichen technischen Änderungen gegenüber EN 15520:2007:

- die normativen Verweisungen und die Literaturhinweise wurden aktualisiert;
- das Dokument wurde redaktionell überarbeitet;
- die Bilder wurden überarbeitet und verbessert.

Einleitung

Das thermische Spritzen wird zur gezielten Verbesserung der Oberflächeneigenschaften von Werkstücken eingesetzt, um den Verschleißwiderstand, die elektrische Leitfähigkeit oder den elektrischen Widerstand zu erhöhen, eine Korrosionsbeständigkeit bei gegebenen Betriebsbedingungen zu erzielen, Gleiteigenschaften zu verbessern, eine Wärmeisolation zu gewährleisten. Empfehlungen zum thermischen Spritzen enthält EN ISO 12671.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für thermische Spritzschichten. Es enthält grundsätzliche Empfehlungen zur Gestaltung von Bauteilen, die komplett oder teilweise beschichtet werden müssen. Die Empfehlungen gelten sowohl bei der Neufertigung als auch bei der Instandsetzung von z. B. verschlissenen Bauteilen. Die Beschichtung kann aus metallischen, metallkeramischen, oxidkeramischen Werkstoffen oder aus Kunststoff bestehen.

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).

EN ISO 12671, *Thermisches Spritzen — Thermisch gespritzte Schichten — Symbolische Darstellung in Zeichnungen (ISO 12671)*

EN 14665, *Thermisches Spritzen — Thermisch gespritzte Schichten — Symbolische Darstellung in Zeichnungen*

3 Begriffe

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

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

4 Einsatzbereiche und spezifische Eigenschaften thermisch gespritzter Schichten

Aufgrund ihrer Struktur besitzen thermisch gespritzte Schichten Eigenschaften, die sie deutlich von Massivwerkstoffen unterscheiden. Eine geeignete konstruktive Grundgestaltung und ein geeigneter Grundwerkstoff müssen die mechanische Belastung tragen. Thermisch gespritzte Schichten erhöhen üblicherweise nicht die Festigkeitswerte des Grundwerkstoffes des Werkstückes.

Einige prozessbedingte Besonderheiten und spezifische Eigenschaften thermisch gespritzter Schichten sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1 — Prozessbedingte Besonderheiten und spezifische Eigenschaften thermisch gespritzter Schichten

Prozessbedingte Besonderheiten	Spezifische Eigenschaften thermisch gespritzter Schichten
Bauteile aus nahezu allen Werkstoffen können thermisch beschichtet werden.	Nicht jedes Spritzverfahren ist für alle Anwendungen geeignet.
Beschichtungen mit ganz anderen Eigenschaften im Vergleich zum Grundwerkstoff sind möglich.	—
Schichten können mit unterschiedlichen Spritzzusätzen nebeneinander, übereinander gespritzt werden oder fließend ineinander übergehen (gradierte Schichten).	Üblicherweise steigt der Einfluss der Eigenspannung in der Schicht mit zunehmender Schichtdicke.
Üblicherweise ist der Wärmeeintrag durch das Spritzen so gering, dass es möglich ist, Gefügeveränderungen oder Verzug zu vermeiden. Der Wärmeeintrag beim Einschmelzen von selbstfließenden Legierungen oder bei Diffusionsglühungen kann Gefügewandlungen oder Verzug hervorrufen.	Falls die Schicht nicht nachträglich wärmebehandelt wurde, ist die Haftfestigkeit vornehmlich abhängig von mechanischen Hafteigenschaften. Falls die Schicht nachträglich wärmebehandelt wurde, ist die Haftfestigkeit abhängig von der Diffusion; die Schicht wird dabei verdichtet.

Tabelle 1 (*fortgesetzt*)

Prozessbedingte Besonderheiten	Spezifische Eigenschaften thermisch gespritzter Schichten
Die Anwendung des Verfahrens ist von der Größe des Bauteils nahezu unabhängig.	Einige geometrische Dimensionen z. B. Bohrungen mit zu geringem Innendurchmesser können die Spritzmöglichkeit einschränken.
Kompliziert geformte Bauteile können beschichtet werden, wenn entsprechende Spritzeinrichtungen verwendet werden.	Spritzschichten reagieren empfindlich auf Kantenpressung, punkt- und linienförmige Belastungen und Schlagbeanspruchungen.
Bereiche eines Bauteils, die frei von Spritzgut sein müssen, können z. B. durch Maskierung geschützt werden.	—
Die unbehandelte Oberfläche der Spritzschicht stellt einen guten Untergrund für Anstriche oder Imprägnierungen dar.	—
Mehrere thermische Spritzverfahren können sowohl auf der Baustelle als auch in der Werkstatt eingesetzt werden.	—
Schichteigenschaften z. B. Porosität können verändert werden, um bestimmte Anwendungen zu ermöglichen.	Spritzschichten sind mikroporös, ausgenommen davon sind Schichten von nachträglich wärmebehandelten selbstfließenden Legierungen.

5 Grundregeln für die Gestaltung von Bauteilen mit thermisch gespritzten Schichten

Wenn bestimmte Voraussetzungen bei der konstruktiven Gestaltung für das thermische Spritzen von Schichten nicht beachtet werden, kann es möglich sein, dass gewünschte Eigenschaften der Spritzschicht nicht erzielt werden.

Eine konstruktive Gestaltung, die geeignet ist für das thermische Spritzen, wird auch geeignet sein für Vorbe-reiten, Strahlen und Sichtprüfung.

Weitere Konstruktionsangaben für spezielle Anwendungen enthalten EN ISO 14921 und EN ISO 17834 und zum Schutz von Stahlbauteilen gegen Korrosion EN ISO 12944-3, EN ISO 14713-1, EN ISO 2063-1 und EN ISO 2063-2, die Angaben zum Bewerten von Beschichtungswerkstoffen, zum Durchführen des Spritzens, zum Prüfen enthalten und Empfehlungen für Schichtdicken für verschiedene Korrosionsbedingungen geben.

Die wichtigsten Regeln für die Gestaltung sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2 — Grundregeln und Argumente

Grundregeln	Argumente – Erklärungen
Ausreichende Zugänglichkeit der Beschichtungsbereiche.	Verfahren, Spritzpistole samt ihren elektrischen und/oder Gasanschlüssen, notwendiger Spritzabstand und Spritzwinkel müssen alle berücksichtigt werden.
Die zu beschichtende Fläche muss einsehbar und erreichbar sein.	Einsehbar und erreichbar für den Spritzstrahl oder das Werkzeug, welches vom Bediener oder vom Handhabungssystem bewegt wird.
Scharfe Kanten sind zu vermeiden.	Üblicherweise können sie nicht mit einer geeigneten und gleichmäßigen Schichtdicke beschichtet werden. Beschichtungen können an scharfen Kanten beschädigt werden. Scharfe Kanten an Löchern und entlang von Schnitt- oder Fräskanten müssen angefast oder gerundet werden.

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Grundregeln	Argumente – Erklärungen
Enge innere Radien sind zu vermeiden.	Verwirbelung des Spritzstrahls, ungünstige Auftreffwinkel und unregelmäßig zurückfliegende Spritzpartikel werden auftreten, was zu ungenügender Haftfestigkeit und Dichte führen wird.
Beschichtungen in engen Bohrungen, Schlitzten oder Sacklöchern sind zu vermeiden.	Verwirbelung und lose an den Wänden anhaftende Spritzteilchen können auftreten.
Staubeinschlüsse sind beim Spritzen von Innenflächen zu minimieren, siehe Bild 4.	Besondere Sorgfalt beim Entfernen von Staub und Abführen von Wärme.
Der Spritzstrahl sollte rechtwinklig auf die Oberfläche auftreffen. Der Auftreffwinkel darf nicht kleiner als 45° sein.	Ungenügende Spritzwinkel beeinträchtigen Haftfestigkeit, Wirkungsgrad und Schichtstruktur. Siehe Bild 4 a) und Bild 4 b).
Die Gefahr von Abhebungen der Schicht ist zu minimieren.	Die Schicht muss um abgerundete oder angefasste Kanten herumgezogen werden. Siehe Bild 5 a) und Bild 5 b).
Die Gefahr der Beschädigung der Schicht ist zu minimieren.	Eine Stützkante oder Mulde (z. B. nach Bild 9 Einzelheit X) kann vorgesehen werden.
Zu beschichtende Schweißnähte müssen frei von Spritzern, Einbrandkerben und Poren sein.	Ein Glätten muss gefordert werden.
Wärmeeinflusszonen (WEZ) durch thermisches Schneiden sind zu minimieren.	Aufgehärtete scharfe Schnittkanten werden entfernt.

6 Gestaltung von Bauteilen und Werkstücken zur Vorbereitung zum thermischen Spritzen

Wenn Bauteile oder Werkstücke nur partiell zu beschichten sind, muss die Bearbeitung auf Fertigmaß des ganzen Bauteils nach dem Spritzen der Schicht ausgeführt werden. Wenn rotationssymmetrische Bauteile herzustellen sind, sollte der Rohling nur im Spritzbereich auf den für die aufzubringende Schichtdicke geeigneten Durchmesser vorgedreht werden. Ein Ausführungsbeispiel zeigt Bild 8.

Beim thermischen Spritzen fertig bearbeiteter Teile oder bei Instandsetzung von Teilen durch Beschichten können die Bereiche, die nicht beschichtet werden müssen, durch geeignete Maßnahmen (z. B. Maskierung) beim Strahlen und beim thermischen Spritzen geschützt werden.

7 Bearbeiten und Nachbehandeln von thermisch gespritzten Schichten

Die gegenüber Massivwerkstoffen stark abweichenden Eigenschaften von thermisch gespritzten Schichten müssen bei der mechanischen Bearbeitung berücksichtigt werden. Einzelheiten zur Vorgehensweise bei Bearbeitung, thermischem Nachbehandeln oder Versiegeln von Spritzschichten sind in EN ISO 14924 und in EN ISO 14920 angegeben. Eine Beeinträchtigung des Grundwerkstoffes durch alle Arten thermischen Nachbehandelns müssen berücksichtigt werden. Einzelheiten siehe EN ISO 14920.

8 Konstruktionsangaben — Symbolische Darstellung der Spritzschicht in der Zeichnung — Prüfungsangaben in der Stückliste

Die symbolhafte Eintragung einer Spritzschicht auf einer Zeichnung muss nach EN 14665 erfolgen. Reicht die symbolhafte Darstellung nicht aus, um die Anforderungen an die Beschichtung abzubilden, muss die Schichtspezifikation in einer zugehörigen Stückliste oder auf der Zeichnung aufgeführt werden.

Die Schichtspezifikation muss die Art der Beschichtung, Vorbehandlungen, Prüfverfahren, für dieses Bauteil geforderte Werte für z. B. Haftzugfestigkeit, Härte usw. und falls anwendbar, das Spritzverfahren sowie Nachbehandlungen enthalten.

Ein Beispiel ist in Abschnitt 9, Tabelle 4 und Bild 9 dieser Norm angegeben.

Vorgaben, die Prüfungen und Prüfumfänge spezifizieren, müssen in der Stückliste angegeben werden. Prüfungen am Bauteil und an Begleitproben müssen getrennt angegeben werden, siehe Bild 9 und Tabelle 4.

Werden weitere Prüfungen wie Korrosions- oder Verschleißtests gefordert, müssen die Vorgehensweise und die geforderte Ergebnisse zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden.

Es wird empfohlen, in der zugehörigen Stückliste, die allgemeinen technischen Lieferbedingungen nach EN ISO 12670 aufzuführen, um die Anforderungen an das Qualitätsmanagement des Herstellers und spezielle Anweisungen zur Herstellung und Prüfung festzulegen.

9 Beispiele für das spritzgerechte Konstruieren

9.1 Ebene Flächen

Beispiele zeigt Bild 1. Weitere Beispiele, speziell für Korrosionsschutzschichten von Schweißkonstruktionen, sind in EN ISO 12944-3 enthalten.

9.2 Rotationssymmetrische Teile

Einschränkungen bezüglich der geometrischen Maße ergeben sich vorwiegend beim Beschichten von Innenflächen. Zu berücksichtigen sind außerdem die spezifischen Bedingungen des Spritzverfahrens, wie Spritzabstand und Größe des Spritzflecks. Gängige Mindestabmessungen beim thermischen Spritzen enthält Tabelle 3 (siehe auch Bild 2 und Bild 3). Die tatsächlichen Maße sind abhängig vom Verfahren, Spritzgerät und Spritzwerkstoff. Beispiele für Ausführung von Abrundungen, Anfasungen, Stützkanten oder Mulden sind in Bild 5 und Bild 9 gezeigt.

Tabelle 3 — Gängige Mindestmaße für Innenspritzungen

Verfahren und Spritzgerät		Mindest- Innendurchmesser	Maximale Länge der Schicht
		$d_{\min}$ mm	L mm
Fall a	Standardausführung [für Außenspritzungen, siehe Bild 4 a)]	20	$L/d < 1$
Fall b	Sonderausführung [spezielle Innenspritzbrenner, siehe Bild 4 b)]	40 bis 60	bis zu 2 000

9.3 Sonderformen

Details am Werkstück, die besondere Beachtung verlangen, sind:

- Nuten;
- Keilnutenprofile;
- Kanten;
- Stirnflächen;
- Stützkanten; und
- Flansche.

Um eine unzulässige Kantenpressung zu vermeiden, sind Kanten anzufasen oder zu runden, siehe Bild 6 und Bild 7. Spritzschichten dürfen keiner punkt- und linienförmigen Belastung ausgesetzt werden (Ausnahme: eingeschmolzene selbstfließende Legierungen sind nicht empfindlich).

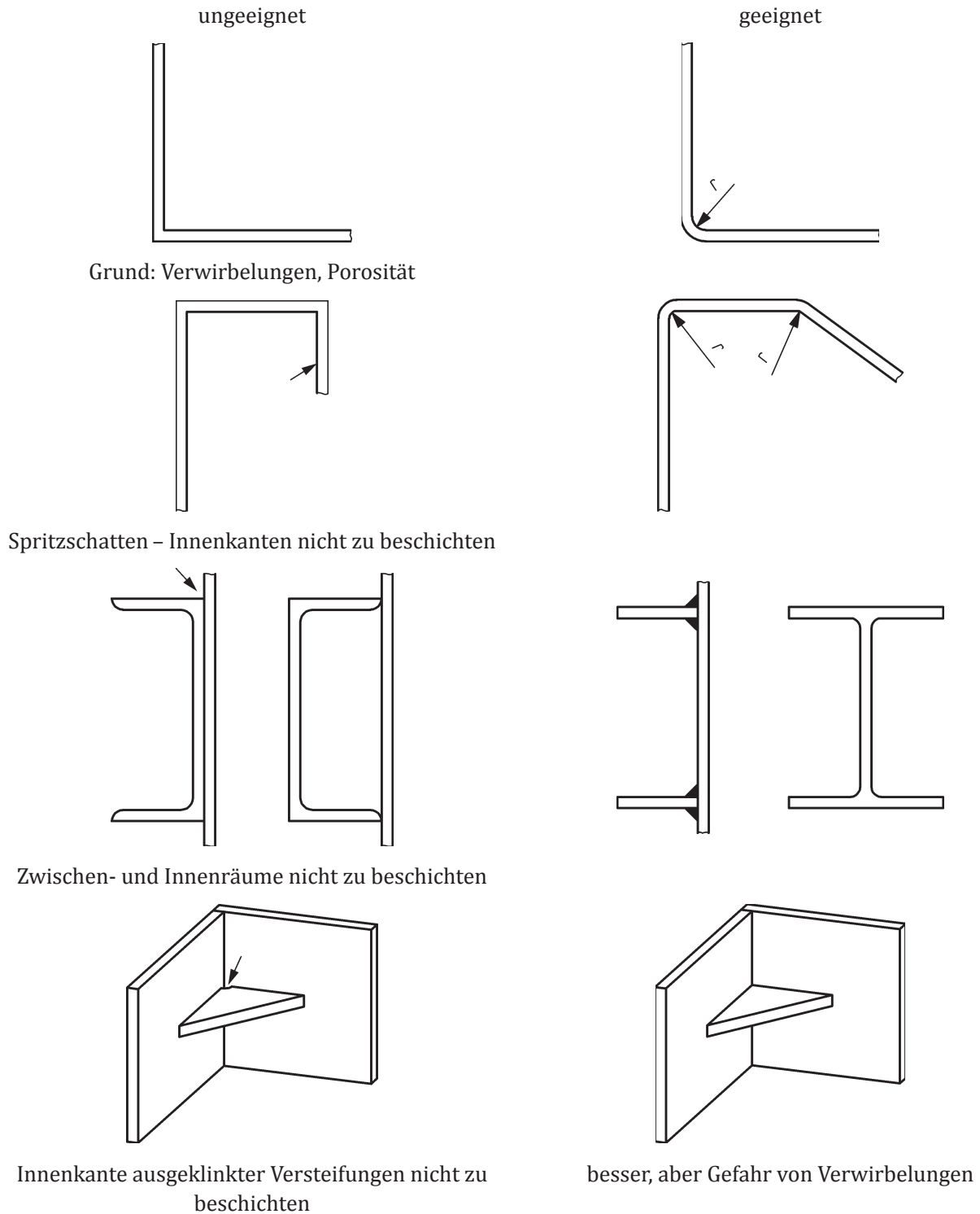


Bild 1 — Thermisches Spritzen ebener Flächen