

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEUREThermoplastisches Schaumspritzgießen (TSG)  
Thermoplastic foam injection moulding (TFIM)

VDI 2021

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 .....	3
Einleitung .....	3
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	3
<b>2 Begriffe</b> .....	4
<b>3 Abkürzungen</b> .....	8
<b>4 Thermoplastisches Schaumspritzgießen – Merkmale</b> .....	8
4.1 Potenziale des thermoplastischen Schaumspritzgießens .....	9
4.2 Grundlagen des thermoplastischen Schaumspritzgießens .....	10
<b>5 Wirtschaftlichkeit in Bezug auf das Produkt</b> .....	15
5.1 Referenzbeispiel Bodengruppe im Bereich Weißer Ware .....	16
5.2 Referenzbeispiel Automotive-B-Säulenverkleidung .....	21
<b>6 Werkstoffe und Treibmittel</b> .....	22
6.1 Basispolymer .....	22
6.2 Physikalische Treibmittel .....	23
6.3 Chemische Treibmittel .....	25
6.4 Gasfreisetzung nach der Bauteilherstellung .....	28
<b>7 Mechanische Eigenschaften</b> .....	33
7.1 Statische Eigenschaften .....	33
7.2 Kurzzeitdynamische Eigenschaften .....	36
7.3 Langzeitverhalten .....	38
7.4 Fazit .....	38
7.5 Prüfung .....	39
<b>8 Produktentwicklung, Gestaltungsregeln, Prozesssimulation</b> .....	43
8.1 Produktentwicklung .....	43
8.2 Gestaltungsregeln für Bauteile .....	45
8.3 Einsatz des Schäumens im Dünnwandspritzguss .....	47
8.4 Prozesssimulation .....	49
<b>9 Hinweise zu Spritzgießwerkzeug und Temperiertechnik</b> .....	53

Contents	Page
Preliminary note .....	3
Introduction .....	3
<b>1 Scope</b> .....	3
<b>2 Terms and definitions</b> .....	4
<b>3 Abbreviations</b> .....	8
<b>4 Thermoplastic foam injection moulding – Features</b> .....	8
4.1 Potential of thermoplastic foam injection moulding .....	9
4.2 Basics of thermoplastic foam injection moulding .....	10
<b>5 Economic efficiency in relation to the product</b> .....	15
5.1 Reference example floor assembly in the white goods sector .....	16
5.2 Reference example automotive B-pillar panelling .....	21
<b>6 Materials and blowing agents</b> .....	22
6.1 Base polymer .....	22
6.2 Physical blowing agents .....	23
6.3 Chemical blowing agents .....	25
6.4 Gas release after component manufacture .....	28
<b>7 Mechanical properties</b> .....	33
7.1 Static properties .....	33
7.2 Short-term dynamic properties .....	36
7.3 Long-term behaviour .....	38
7.4 Conclusion .....	38
7.5 Examination .....	39
<b>8 Product development, design rules, process simulation</b> .....	43
8.1 Product development .....	43
8.2 Design rules for components e. ....	45
8.3 Use of foaming for thin-wall injection moulding .....	47
8.4 Process simulation .....	49
<b>9 Information on injection moulds and temperature control technology</b> .....	53

VDI-Gesellschaft Materials Engineering (GME)  
Fachbereich KunststofftechnikVDI-Handbuch Kunststofftechnik  
VDI-Handbuch Werkstofftechnik

Inhalt	Seite
<b>10 Prozesskonfiguration und Maschine, Anlagentechnik</b> .....	58
<b>11 Qualitätsmerkmale</b> .....	61
<b>12 Weiterverarbeitung geschäumt gefertigter Bauteile</b> .....	66
12.1 Schweißen geschäumter Bauteile.....	66
12.2 Laserbeschriftung geschäumter Bauteile .....	68
12.3 Folienhinterspritzen geschäumter Bauteile .....	68
<b>13 TSG-Produktbeispiele</b> .....	69
13.1 Bodenplatte für Batteriebox .....	69
13.2 Scheinwerfergehäuse – PP GF10 T20.....	69
13.3 Griffblende von IML.....	71
13.4 Druckerpatronen .....	72
13.5 Instrumententafelträger .....	73
13.6 Mittelkonsole .....	73
13.7 Heckspoilerunterschale .....	74
13.8 Anwendungsbeispiele für chemische Treibmittel .....	75
Schrifttum .....	78
Benennungsindex englisch–deutsch.....	80

Contents	Page
<b>10 Process configuration and machine, system technology</b> .....	58
<b>11 Quality features</b> .....	61
<b>12 Further processing of foamed components</b> .....	66
12.1 Welding of foamed components .....	66
12.2 Laser labelling of foamed components .....	68
12.3 Foil back injection moulding of foamed components .....	68
<b>13 TFIM product examples</b> .....	69
13.1 Base plate for battery box .....	69
13.2 Headlight housing – PP GF10 T20 .....	69
13.3 Handle panel from IML .....	71
13.4 Printer cartridges.....	72
13.5 Instrument panel support .....	73
13.6 Centre console .....	73
13.7 Rear spoiler lower shell .....	74
13.8 Application examples for chemical blowing agents.....	75
Bibliography .....	78
Term index English–German.....	80

## Vorbemerkung

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

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2021](http://www.vdi.de/2021).

## Einleitung

Im Rahmen der zunehmenden Schonung von Ressourcen im industriellen Umfeld der Massenproduktion nimmt das Schäumen einen immer größeren Stellenwert ein. Mithilfe geschäumter Kunststoffbauteile lässt sich z.B. das Gewicht eines Automobils reduzieren, sodass der Kraftstoff-/Energieverbrauch sinkt und – speziell bei Elektroautos – die Reichweite erhöht wird. Auch lassen sich mit thermoplastischem Schaumspritzgießen (TSG) Verzug und Einfallstellen bei den geschäumten Kunststoffbauteilen reduzieren. In manchen Fällen verringert sich mit diesem Verfahren zudem die Zykluszeit.

### 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie erläutert und definiert den Begriff „thermoplastisches Schaumspritzgießen“ (TSG). TSG ist ein Sonderverfahren im Bereich des Spritzgießens, das bereits seit vielen Jahrzehnten eingesetzt wird. Unterschieden wird in die Verfahrensvarianten Niederdruck- und Hochdruckschäumen. Beim Niederdruckschäumen wird die thermoplastische Kunststoffschmelze in der Kavität mithilfe eines physikalischen oder chemischen Treibmittels aufgeschäumt. Dabei gibt es unterschiedliche Verfahrensvarianten: Entweder wird die Kavität zunächst teilgefüllt, um dem Kunststoff den nötigen Raum für die Expansion während des Aufschäumens zu geben (Niederdruckschäumen), oder es erfolgt nach der vollständigen Füllung ein Öffnungshub des Werkzeugs und damit verbunden eine Volumenvergrößerung der Kavität (Hochdruckschäumen).

## Preliminary note

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

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

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

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2021](http://www.vdi.de/2021).

## Introduction

In the context of the increasing conservation of resources in the industrial environment of mass production, foaming is becoming more and more important. Foamed plastic components can be used to reduce the weight of a car, for example, so that fuel/energy consumption is reduced and – especially in electric cars – the range is increased. Thermoplastic foam injection moulding (TFIM) can also be used to reduce warpage and sink marks in foamed plastic components. In some cases, this process also reduces the cycle time.

### 1 Scope

This standard explains and defines the term “thermoplastic foam injection moulding”. TFIM is a special injection moulding process that has been used for many decades. A distinction is made between the low-pressure and high-pressure foaming process variants. In low-pressure foaming, the thermoplastic melt is foamed in the cavity using a physical or chemical foaming agent. There are different process variants: either the cavity is initially partially filled in order to give the plastic the necessary space for expansion during foaming (low-pressure foaming), or the mould is opened after complete filling, thereby increasing the volume of the cavity (high-pressure foaming).