

Syllabus Infrarotthermografieprüfung

Syllabus Infrared Thermographic Testing

FBV04-02-30 REV. 0.0

Dieses Dokument ist eine Kopie des genehmigten Originaldokumentes und wird im Rahmen der kontrollierten Verteilung ohne weitere Genehmigungsvermerke verwendet. Dem jeweiligen Nutzer/Anwender kontrolliert verteilter Dokumente obliegt eigenverantwortlich die Anwendung der gemäß Veröffentlichung der SECTOR Cert gültigen Versionen von Dokumenten. Durch Revision ersetzte Dokumente sind zu vernichten.

This document is a copy of the approved original document and applies within the frame of a controlled distribution without additional approval statements. It is the responsibility of the individual user of the controlled distributed document to use the valid version according to the release of SECTOR Cert. Documents superseded by revisions have to be destroyed.

Dieses Schriftstück ist ein urheber- und verwertungsrechtlich geschütztes Dokument. Ohne Zustimmung der SECTOR Cert darf es weder vervielfältigt noch als Ganzes zitiert werden. Zuwiderhandlungen werden nach Paragraph 106 UrhG verfolgt.

This paper is a legally protected copyrighted document. It may not be reproduced or quoted, in whole or in part, without approval of SECTOR Cert. Violations will be prosecuted according to Article 106 of the Copyright Act.

© SECTOR Cert - Gesellschaft für Zertifizierung GmbH Siegburg 2022

S. Engel / QB
revidiert | revised

H. Kaubitzsch / FV-TT
geprüft | reviewed

N. Mahmutyazicioglu / SLZ
freigegeben | approved

18.03.2022
Datum | Date

INHALTVERZEICHNIS / TABLE OF CONTENTS

INFRAROTTHERMOGRAFIEPRÜFUNG (TT) STUFE 1.....	3
INFRARED THERMOGRAPHIC TESTING (TT) LEVEL 1.....	3
INFRAROTTHERMOGRAFIEPRÜFUNG (TT) STUFE 2 - GEBÄUDE THERMOGRAFIE.....	6
INFRARED THERMOGRAPHIC TESTING (TT) LEVEL 2 - THERMOGRAPHY OF BUILDINGS	6
INFRAROTTHERMOGRAFIEPRÜFUNG (TT) STUFE 2 - ELEKTROTHERMOGRAFIE	9
INFRARED THERMOGRAPHIC TESTING (TT) LEVEL 2 - ELECTRICAL INSTALLATIONS	9
INFRAROTTHERMOGRAFIEPRÜFUNG (TT) STUFE 2 - INDUSTRIETHERMOGRAFIE	12
INFRARED THERMOGRAPHIC TESTING (TT) LEVEL 2 - INDUSTRIAL THERMOGRAPHY	12
INFRAROTTHERMOGRAFIEPRÜFUNG (TT) STUFE 2 - INDUSTRIETHERMOGRAFIE AKTIV	15
INFRARED THERMOGRAPHIC TESTING (TT) LEVEL 2 - ACTIVE THERMOGRAPHY.....	15
INFRAROTTHERMOGRAFIEPRÜFUNG (TT) STUFE 3.....	19
INFRARED THERMOGRAPHIC TESTING (TT) LEVEL 3.....	19

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 1	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 1
Nr./No	Themen	Subjects
1	Einleitung, Begriffe und Geschichte	Introduction, terms and history
1.1	Geschichte der Thermografie	History of thermography
1.2	weitere ZfP Verfahren	other NDT methods
1.3	Definition von Wärme und Temperatur	Definition of heat and temperature
1.4	Temperaturskalen	Temperature scales
1.5	Prinzip der Thermografie	Principle of thermography
2	Physikalische Prinzipien und weitere Grundlagen	Physical principles and associated knowledge
2.1	Phänomene des Wärmetransports:	Phenomena of heat transfer:
2.1.1	Strahlung	Radiation
2.1.2	Leitung	Conduction
2.1.3	Konvektion	Convection
2.2	Methoden der Temperaturmessung:	Methods of temperature measurement:
2.2.1	mit und ohne Kontakt	with and without contact
2.3	Strahlungsphysik:	Physics of radiation:
2.3.1	Stefan Boltzmann Gesetz	Stefan Boltzmann Law
2.3.2	Wiensches Verschiebungsgesetz	Wien's law
2.3.3	Plancksches Gesetz	Planck's law
2.3.4	Emission	emission
2.3.5	Absorption	absorption
2.3.6	Reflexion	reflection
2.3.7	Transmission	transmission
2.3.8	Schwarzkörperstrahler	black body
2.3.9	Gesetz von Kirchhoff	Kirchhoff's law
3	Produktkenntnisse und weitere Anwendungsmöglichkeiten der Methoden und weiter entwickelten Techniken	Product knowledge and related capability of the method and derived techniques
3.1	Anwendungen der aktiven und passive Thermografie	Applications of active and passive thermography
3.2	Passive Thermografie:	Passive thermography:
3.2.1	Gebäudethermografie	Thermography of buildings
3.2.2	Elektrothermografie	Thermography of electrical installations
3.2.3	Industriethermografie	Thermography in industry
3.3	Aktive Thermografie:	Active thermography:
3.3.1	Nachweis verdeckter Inhomogenitäten und Defekte	Detection of hidden discontinuities and defects
3.3.2	verschiedene Anregungsquellen	various excitation sources
4	Geräte	Equipment
4.1	Technologie der IR-Kameras:	Technology of IR cameras:
4.1.1	Detektortypen	Detector types
4.1.2	Objektive	Lenses

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 1	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 1
Nr./No	Themen	Subjects
4.1.3	Filter	Filters
4.1.4	Kamerakonzepte und Kameratechniken	Camera concepts and techniques
4.2	Messtechnik:	Technique of measurement:
4.2.1	Betrieb und Justierung	Operation and Adjustment
4.2.2	Emissivität	Emissivity
4.2.3	Kalibrierung	Calibration
4.2.4	scheinbare Temperatur	apparent temperature
4.2.5	reflektierte Temperatur	reflected temperature
4.2.6	Umgebungsbedingungen	Environmental conditions
4.2.7	FOV	FOV
4.2.8	IFOV	IFOV
4.2.9	Temperaturauflösung (NETD)	Temperature resolution (NETD)
4.2.10	geometrische Auflösung	geometrical resolution
4.3	Software:	Software:
4.3.1	Signalverarbeitung	Signal Processing
4.4	Referenzkörper	Reference objects
5	Vorkenntnisse	Information prior to testing
5.1	Information über das Prüfobjekt:	Information on the test object:
5.1.1	Emissivität	Emissivity
5.1.2	thermische Materialeigenschaften	thermal material properties
5.1.3	Homogenität des Materials	Homogeneity of the material
5.1.4	erwartete Inhomogenitäten und Fehlstellen	expected discontinuity and defects
5.1.5	Prüfumfang	extent of testing
5.1.6	Zugänglichkeit	accessibility
5.2	Information über die Prüfbedingungen:	Information on test conditions:
5.2.1	Temperatur	Temperature
5.2.2	störende Strahlungsquellen	interfering radiation sources
5.2.3	Konvektion	Convection
5.3	Klimatische Bedingungen:	Climate conditions:
5.3.1	Luftfeuchte	humidity
5.3.2	Wind	wind
5.3.3	Lufttemperatur	air temperature
6	Prüfung	Testing
6.1	Referenzkörper	Reference object
6.2	Vorbereitung des Prüfobjektes:	Preparation of the test object:
6.2.1	Notwendige Rahmenbedingungen	Necessary basic conditions
6.2.2	Positionierung	Positioning
6.3	Betriebsparameter:	Operation parameters:
6.3.1	Temperaturmessbereich	Temperature range
6.3.2	Integrationszeit	Integration time
6.3.3	Bildwiederholrate	frame rate

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 1	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 1
Nr./No	Themen	Subjects
6.3.4	Level und Span	Level and Span
6.4	Durchführung der Prüfung entsprechend der Prüfanweisung	Performing the test according to the test instructions
7	Auswertung und Bericht	Evaluation and reporting
7.1	Prüfprotokoll	Test protocol
7.2	Ergebnisse bezogen auf die vorgegebenen Kriterien	Results related to the given criteria
8	Qualitätssicherungsaspekte	Quality assurance aspects
8.1	Personalqualifikation entsprechend ISO 9712	Personnel qualification according to ISO 9712
9	Pflichtliteratur	Required reading *
9.1	FBV04-02-22-Rev.0.0 - Formelsammlung	FBV04-02-22-EN-Rev.0.0 – Collection of formulas
9.2	DIN EN 16714-1:2016-11	EN 16714-1:2016
9.3	DIN EN 16714-2:2016-11	EN 16714-2:2016
10	Referenzliteratur	Recommended reading *
10.1	DIN EN 16714-3:2016-11	EN 16714-3:2016
10.2	VATH-Richtlinie Bauthermografie:2016-06	VATH-Guideline Thermal imaging of buildings:2016-06
10.3	VATH-Richtlinie Elektrothermografie-Hochspannung:2016-02	VATH-Directive Electrical thermal imaging-High Voltage:2016-06
10.4	VATH-Richtlinie Elektrothermografie-Niederspannung:2018-09	VATH-Directive: Electrical thermal imaging-Low Voltage:2018-09
10.5	VdS-Richtlinie 2859:2019-05	VdS-Directive 2859:2019-05
		* or national equivalent of the cited standards

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Gebäudethermografie	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Thermography of buildings
Nr./No	Themen	Subjects
1	Einleitung, Begriffe und Geschichte	Introduction, terms and history
2	Physikalische Prinzipien und weitere Grundlagen	Physical principles and associated knowledge
2.1	Phänomene des Wärmetransports:	Phenomena of heat transfer:
2.1.1	Strahlung	Radiation
2.1.2	Leitung	Conduction
2.1.3	Konvektion	Convection
2.2	Wärmefluss:	Heat flux:
2.2.1	Wärmeübergangskoeffizient	Heat transfer coefficient
2.2.2	Wärmedurchgangskoeffizient	Thermal transmittance
2.2.3	Wärmespeicherung	Heat storage
2.2.4	Effusivität	effusivity
2.2.5	Diffusivität (Temperaturleitfähigkeit)	Diffusivity (thermal conductivity)
2.3	Methoden der Temperaturmessung:	Methods of temperature measurement:
2.3.1	mit und ohne Kontakt	with and without contact
2.3.2	Messprinzipien der verschiedenen Sensoren	Measuring principles of the different sensors
2.4	Strahlungsphysik:	Physics of radiation:
2.4.1	Stefan Boltzmann Gesetz	Stefan Boltzmann Law
2.4.2	Wiensches Verschiebungsgesetz	Wien's law
2.4.3	Plancksches Gesetz	Planck's law
2.4.4	Lambert Gesetz	Lambert Law
2.4.5	Emission	emission
2.4.6	Absorption	absorption
2.4.7	Reflexion	reflection
2.4.8	Transmission	transmission
2.4.9	Schwarzkörperstrahler	black body
2.4.10	Gesetz von Kirchhoff	Kirchhoff's law
3	Geräte	Equipment
3.1	Technologie der IR-Kameras:	Technology of IR cameras:
3.1.1	Optik	Optics
3.1.2	Detektortypen	Detector types
3.1.3	Objektive	Lenses
3.1.4	Filter	Filters
3.1.5	Kalibrierung (Temperaturmessung)	Calibration (temperature measurement)
3.1.6	Justierparameter	Adjustment parameters
3.1.7	Non-uniformity Correction (NUC)	Non-uniformity correction (NUC)
3.2	System Parameter:	System Parameters:
3.2.1	NETD	NETD
3.2.2	SRF	SRF
3.2.3	iFOV	iFOV
3.2.4	Zeitkonstanten	Time constants
3.2.5	Messungenauigkeiten	Measurement uncertainty
3.3	Messtechnik:	Technique of measurement:
3.3.1	Betrieb und Justierung	Operation and adjustment
3.3.2	Emissivität	Emissivity
3.3.3	scheinbare Temperatur	apparent temperature

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Gebäudethermografie	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Thermography of buildings
Nr./No	Themen	Subjects
3.3.4	Umgebungsbedingungen	Environmental conditions
3.4	Software:	Software:
3.4.1	Signalverarbeitung	Signal Processing
3.4.2	Bildverarbeitung	Image processing
3.5	Referenzkörper	Reference objects
4	Produktkenntnisse und weitere Anwendungsmöglichkeiten der Methoden und weiter entwickelten Techniken	Product knowledge and related capability of the method and derived techniques
	<u>Gebäudethermografie</u>	<u>Thermography of buildings</u>
4.1	Bauphysik:	Building physics:
4.1.1	Wärmebrücken	Thermal bridges
4.1.2	Undichtigkeiten	leakages
4.1.3	Feuchte	Moisture
4.1.4	Stationäre und instationäre Bedingungen	Stationary and non-stationary conditions
4.1.5	Technische Parameter bezogen auf das Gebäude	Technical parameters related to the building site
4.1.6	Materialeigenschaften	Material properties
4.1.7	Luftdichtheit von Gebäuden	Air tightness of buildings
4.2	Anforderungen an Gebäude zur Energieeinsparung	Requirements for buildings for energy saving
5	Vorkenntnisse	Information prior to testing
	<u>Gebäudethermografie</u>	<u>Building thermography</u>
5.1	Information über das Prüfobjekt:	Information on the test object:
5.1.1	Emissivität	Emissivity
5.1.2	thermische Materialeigenschaften	thermal properties of materials
5.1.3	Homogenität des Materials	Homogeneity of the material
5.1.4	erwartete Inhomogenitäten und Fehlstellen	expected discontinuities and defects
5.1.5	Prüfumfang	extent of testing
5.2	Information über die Prüfbedingungen:	Information on test conditions:
5.2.1	Umgebungsbedingungen	Environmental conditions
5.2.1.1	<i>Wetterbedingungen</i>	<i>weather conditions</i>
5.2.1.2	<i>Temperatur</i>	<i>temperature</i>
5.2.1.3	<i>störende Strahlungsquellen</i>	<i>interfering radiation sources</i>
5.2.1.4	<i>Feuchtigkeit</i>	<i>humidity</i>
5.2.1.5	<i>Konvektion</i>	<i>Convection</i>
5.2.1.6	<i>Voraussetzungen</i>	<i>Prerequisites</i>
5.2.2	quasistationäre Bedingungen	quasi-stationary conditions
6	Prüfung	Testing
6.1	Referenzkörper	Reference object
6.2	Vorbereitung des Prüfobjektes:	Preparation of the test object:
6.2.1	Notwendige Rahmenbedingungen	Necessary basic conditions
6.2.2	Positionierung	Positioning
6.3	Betriebsparameter:	Operating parameters:
6.3.1	Temperaturmessbereich	Temperature measuring range
6.3.2	Integrationszeit	Integration time

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Gebäudethermografie	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Thermography of buildings
Nr./No	Themen	Subjects
6.3.3	Bildwiederholrate	Refresh rate
6.3.4	Level und Span	Level and Span
6.4	Anwendung der Gebäudethermografie	Application of building thermography
6.5	Grenzen der Thermografie	Limits of thermography
6.6	Interpretation von Anzeigen in den Thermogrammen	Interpretation of indications in the thermograms
6.7	Zusätzliche Ausrüstung und Untersuchungsmethoden	Supplementary devices and testing methods
6.8	Fallstudien	Case Studies
7	Auswertung und Bericht	Evaluation and reporting
7.1	Auswertung:	Evaluation:
7.1.1	Charakterisierung der Anzeigen mit entsprechenden Methoden	Characterization of the indications with suitable methods
7.1.2	Prozeduren der Datenanalyse	data analysis procedures
7.2	Bericht:	Report:
7.2.1	Meldepflichtige Anzeigen	Indications subject to reporting
7.2.2	Prüfbericht	Test report
8	Bewertung	Evaluation
8.1	Akzeptanz- und Klassifizierungskriterien	Acceptance and classification criteria
8.2	Richtlinien und Standards	Guidelines and standards
9	Qualitätssicherungsaspekte	Quality assurance aspects
9.1	Personalqualifikation entsprechend ISO 9712	Personnel qualification according to ISO 9712
9.2	Geräteüberprüfung	Equipment verification
9.3	Erstellung Prüfanweisung	Creation of test instructions
10	Weiterentwicklungen	Further developments
10.1	Allgemeine Informationen	General Information
11	Pflichtliteratur	Required reading *
11.1	FBV04-02-22-Rev.0.0 - Formelsammlung	FBV04-02-22-EN-Rev.0.0 – Collection of formulas
11.2	DIN EN 16714-1:2016-11	EN 16714-1:2016
11.3	DIN EN 16714-2:2016-11	EN 16714-2:2016
11.7	DIN EN 13187:1999-05 (ISO 6781, modifiziert)	EN 13187:1998 (ISO 6781, modified)
11.8	VATH-Richtlinie Bauthermografie:2016-06	VATH-Guideline Thermal imaging of buildings:2016-06
12	Referenzliteratur	Recommended reading *
12.1	DIN EN 16714-3:2016-11	EN 16714-3:2016
		* or national equivalent of the cited standards

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Elektrothermografie	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Electrical installations
Nr./No	Themen	Subjects
1	Einleitung, Begriffe und Geschichte	Introduction, terms and history
2	Physikalische Prinzipien und weitere Grundlagen	Physical principles and associated knowledge
2.1	Phänomene des Wärmetransports:	Phenomena of heat transfer:
2.1.1	Strahlung	Radiation
2.1.2	Leitung	Conduction
2.1.3	Konvektion	Convection
2.2	Wärmefluss:	Heat flux:
2.2.1	Wärmeübergangskoeffizient	Heat transfer coefficient
2.2.2	Wärmedurchgangskoeffizient	Thermal transmittance
2.2.3	Wärmespeicherung	Heat storage
2.2.4	Effusivität	effusivity
2.2.5	Diffusivität (Temperaturleitfähigkeit)	Diffusivity (thermal conductivity)
2.3	Methoden der Temperaturmessung:	Methods of temperature measurement:
2.3.1	mit und ohne Kontakt	with and without contact
2.3.2	Messprinzipien der verschiedenen Sensoren	Measuring principles of the different sensors
2.4	Strahlungsphysik:	Physics of radiation:
2.4.1	Stefan Boltzmann Gesetz	Stefan Boltzmann Law
2.4.2	Wiensches Verschiebungsgesetz	Wien's law
2.4.3	Plancksches Gesetz	Planck's law
2.4.4	Lambert Gesetz	Lambert Law
2.4.5	Emission	emission
2.4.6	Absorption	absorption
2.4.7	Reflexion	reflection
2.4.8	Transmission	transmission
2.4.9	Schwarzkörperstrahler	black body
2.4.10	Gesetz von Kirchhoff	Kirchhoff's law
3	Geräte	Equipment
3.1	Technologie der IR-Kameras:	Technology of IR cameras:
3.1.1	Optik	Optics
3.1.2	Detektortypen	Detector types
3.1.3	Objektive	Lenses
3.1.4	Filter	Filters
3.1.5	Kalibrierung (Temperaturmessung)	Calibration (temperature measurement)
3.1.6	Justierparameter	Adjustment parameters
3.1.7	Non-uniformity Correction (NUC)	Non-uniformity correction (NUC)
3.2	System Parameter:	System Parameters:
3.2.1	NETD	NETD
3.2.2	SRF	SRF
3.2.3	iFOV	iFOV
3.2.4	Zeitkonstanten	Time constants
3.2.5	Messungenauigkeiten	Measurement uncertainty
3.3	Messtechnik:	Technique of measurement:
3.3.1	Betrieb und Justierung	Operation and adjustment
3.3.2	Emissivität	Emissivity
3.3.3	scheinbare Temperatur	apparent temperature

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Elektrothermografie	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Electrical installations
Nr./No	Themen	Subjects
3.3.4	Umgebungsbedingungen	Environmental conditions
3.4	Software:	Software:
3.4.1	Signalverarbeitung	Signal Processing
3.4.2	Bildverarbeitung	Image processing
3.5	Referenzkörper	Reference objects
4	Produktkenntnisse und weitere Anwendungsmöglichkeiten der Methoden und weiter entwickelten Techniken	Product knowledge and related capability of the method and derived techniques
	<u>Elektrothermografie</u>	<u>Electrothermography</u>
4.1	Aufbau typischer Energieverteilungssysteme	Structure of typical power distribution systems
4.2	Alterung elektrischer Kontakte und Verbindungen	Aging of electrical contacts and joints
4.3	Umwandlung elektrischer Energie in Wärme (Last und Widerstand, Kontaktwiderstand)	Heating due to electrical power (load and resistance, contact resistance)
4.4	Bauteile in Nieder- und Hochspannungssystemen	Components in low and high voltage systems
4.5	National Standards bezogen auf Temperaturgrenzwerte	National Standards related to temperature limits
5	Vorkenntnisse	Information prior to testing
	<u>Elektrothermografie</u>	<u>Electrothermography</u>
5.1	Information über das Prüfobjekt:	Information on the test object:
5.1.1	Emissivität	Emissivity
5.1.2	thermische Materialeigenschaften	thermal properties of materials
5.1.3	Betriebsbedingungen	Operating conditions
5.1.4	erwartete Inhomogenitäten	expected discontinuities
5.1.5	Prüfumfang	extent of testing
5.2	Information über die Prüfbedingungen:	Information on test conditions:
5.2.1	Temperatur	Temperature
5.2.2	störende Strahlungsquellen	interfering radiation sources
5.2.3	Luftfeuchte	Air humidity
5.2.4	Konvektion	Convection
6	Prüfung	Testing
6.1	Referenzkörper	Reference object
6.2	Vorbereitung des Prüfobjektes:	Preparation of the test object:
6.2.1	Notwendige Rahmenbedingungen	Necessary basic conditions
6.2.2	Positionierung	Positioning
6.3	Betriebsparameter:	Operating parameters:
6.3.1	Temperaturmessbereich	Temperature measuring range
6.3.2	Integrationszeit	Integration time
6.3.3	Bildwiederholrate	Refresh rate
6.3.4	Level und Span	Level and Span
6.4	Anwendung der Elektrothermografie	Application of thermography of electrical installations

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Elektrothermografie	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Electrical installations
Nr./No	Themen	Subjects
6.5	Temperaturgrenzen für verschiedene Bauteile und Systeme	Temperature limits for different components and systems
6.6	Ergänzende Methoden (Widerstandsmessung für kleine Widerstände usw.)	Supplementary methods (low resistance measurements etc.)
6.7	Fallstudien	Case studies
7	Auswertung und Bericht	Evaluation and reporting
7.1	Auswertung:	Evaluation:
7.1.1	Charakterisierung der Anzeigen mit entsprechenden Methoden	Characterization of the indications with suitable methods
7.1.2	Prozeduren der Datenanalyse	data analysis procedures
7.2	Bericht:	Report:
7.2.1	Meldepflichtige Anzeigen	Indications subject to reporting
7.2.2	Prüfbericht	Test report
8	Bewertung	Evaluation
8.1	Akzeptanz- und Klassifizierungskriterien	Acceptance and classification criteria
8.2	Richtlinien und Standards	Guidelines and standards
9	Qualitätssicherungsaspekte	Quality assurance aspects
9.1	Personalqualifikation entsprechend ISO 9712	Personnel qualification according to ISO 9712
9.2	Arbeitsschutz	Labor protection
9.3	Umweltschutz	Environmental protection
9.4	Geräteüberprüfung	Equipment verification
9.5	Erstellung Prüfanweisung	Creation of test instructions
10	Weiterentwicklungen	Further developments
10.1	Allgemeine Informationen	General Information
11	Pflichtliteratur	Required reading *
11.1	FBV04-02-22-Rev.0.0 - Formelsammlung	FBV04-02-22-EN-Rev.0.0 – Collection of formulas
11.2	DIN EN 16714-1:2016-11	EN 16714-1:2016
11.3	DIN EN 16714-2:2016-11	EN 16714-2:2016
11.5	DIN 54191:2017-10	DIN 54191:2017-10
11.9	VATH-Richtlinie Elektrothermografie-Hochspannung:2016-02	VATH-Directive Electrical thermal imaging-High Voltage:2016-06
11.10	VATH-Richtlinie Elektrothermografie-Niederspannung:2018-09	VATH-Directive: Electrical thermal imaging-Low Voltage:2018-09
11.11	VdS-Richtlinie 2859:2019-05	VdS-Directive 2859:2019-05
12	Referenzliteratur	Recommended reading *
12.1	DIN EN 16714-3:2016-11	EN 16714-3:2016
		* or national equivalent of the cited standards

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Industriethermografie	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Industrial thermography
Nr./No	Themen	Subjects
1	Einleitung, Begriffe und Geschichte	Introduction, terms and history
2	Physikalische Prinzipien und weitere Grundlagen	Physical principles and associated knowledge
2.1	Phänomene des Wärmetransports:	Phenomena of heat transfer:
2.1.1	Strahlung	Radiation
2.1.2	Leitung	Conduction
2.1.3	Konvektion	Convection
2.2	Wärmefluss:	Heat flux:
2.2.1	Wärmeübergangskoeffizient	Heat transfer coefficient
2.2.2	Wärmedurchgangskoeffizient	Thermal transmittance
2.2.3	Wärmespeicherung	Heat storage
2.2.4	Effusivität	effusivity
2.2.5	Diffusivität (Temperaturleitfähigkeit)	Diffusivity (thermal conductivity)
2.3	Methoden der Temperaturmessung:	Methods of temperature measurement:
2.3.1	mit und ohne Kontakt	with and without contact
2.3.2	Messprinzipien der verschiedenen Sensoren	Measuring principles of the different sensors
2.4	Strahlungsphysik:	Physics of radiation:
2.4.1	Stefan Boltzmann Gesetz	Stefan Boltzmann Law
2.4.2	Wiensches Verschiebungsgesetz	Wien's law
2.4.3	Plancksches Gesetz	Planck's law
2.4.4	Lambert Gesetz	Lambert Law
2.4.5	Emission	emission
2.4.6	Absorption	absorption
2.4.7	Reflexion	reflection
2.4.8	Transmission	transmission
2.4.9	Schwarzkörperstrahler	black body
2.4.10	Gesetz von Kirchhoff	Kirchhoff's law
3	Geräte	Equipment
3.1	Technologie der IR-Kameras:	Technology of IR cameras:
3.1.1	Optik	Optics
3.1.2	Detektortypen	Detector types
3.1.3	Objektive	Lenses
3.1.4	Filter	Filters
3.1.5	Kalibrierung (Temperaturmessung)	Calibration (temperature measurement)
3.1.6	Justierparameter	Adjustment parameters
3.1.7	Non-uniformity Correction (NUC)	Non-uniformity correction (NUC)
3.2	System Parameter:	System Parameters:
3.2.1	NETD	NETD
3.2.2	SRF	SRF
3.2.3	iFOV	iFOV
3.2.4	Zeitkonstanten	Time constants
3.2.5	Messungenauigkeiten	Measurement uncertainty
3.3	Messtechnik:	Technique of measurement:
3.3.1	Betrieb und Justierung	Operation and adjustment
3.3.2	Emissivität	Emissivity
3.3.3	scheinbare Temperatur	apparent temperature

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Industriethermografie	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Industrial thermography
Nr./No	Themen	Subjects
3.3.4	Umgebungsbedingungen	Environmental conditions
3.4	Software:	Software:
3.4.1	Signalverarbeitung	Signal Processing
3.4.2	Bildverarbeitung	Image processing
3.5	Referenzkörper	Reference objects
4	Produktkenntnisse und weitere Anwendungsmöglichkeiten der Methoden und weiter entwickelten Techniken	Product knowledge and related capability of the method and derived techniques
	<u>Industriethermografie</u>	<u>Industrial thermography</u>
4.1	Maschinendiagnostik (mechanisch, elektrisch, thermisch)	Machine diagnostics (mechanical, electrical, thermal)
4.2	Anlagendiagnostik (Kontrolle der thermischen Isolation, Füllstandsmessung, Lecktest, Gasdetektion)	Plant diagnostics (control of thermal insulation, level measurement, leak test, gas detection)
4.3	Spezialfälle (Optimierung von Anlagen und Prozessen)	Special cases (optimization of plants and processes)
5	Vorkenntnisse	Information prior to testing
	<u>Industriethermografie</u>	<u>Industrial thermography</u>
5.1	Information über das Prüfobjekt:	Information on the test object:
5.1.1	Optische Zugänglichkeit	Optical accessibility
5.1.2	Emissivität	Emissivity
5.1.3	thermische Materialeigenschaften	thermal properties of materials
5.1.4	Betriebsbedingungen	Operating conditions
5.1.5	erwartete Inhomogenitäten	expected discontinuities
5.1.6	Prüfumfang	extent of testing
5.2	Information über die Prüfbedingungen	Information on test conditions
5.2.1	Umgebungsbedingungen	Environmental conditions
5.2.1.1	Wetter	Weather
5.2.1.2	Temperatur	Temperature
5.2.1.3	störende Strahlungsquellen	interfering radiation sources
5.2.1.4	Luftfeuchte	Air humidity
5.2.1.5	Konvektion	Convection
5.2.1.6	Voraussetzungen	Requirements
6	Prüfung	Testing
6.1	Referenzkörper	Reference object
6.2	Vorbereitung des Prüfobjektes:	Preparation of the test object:
6.2.1	Notwendige Rahmenbedingungen	Necessary basic conditions
6.2.2	Positionierung	Positioning
6.3	Betriebsparameter:	Operating parameters:
6.3.1	Temperaturmessbereich	Temperature measuring range
6.3.2	Integrationszeit	Integration time
6.3.3	Bildwiederholrate	Refresh rate
6.3.4	Level und Span	Level and Span
6.4	Anwendung der Industriethermografie	Application of industrial thermography
6.5	Betriebsbedingungen	Operating conditions

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Industriethermografie	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Industrial thermography
Nr./No	Themen	Subjects
6.6	Temperaturgrenzen für unterschiedliche Bauteile und Systeme	Temperature limits for different components and systems
6.7	Ergänzende Methoden (Pyrometer, Sensoren, usw.)	Complementary methods (pyrometers, sensors, etc.)
6.8	Fallstudien	Case Studies
7	Auswertung und Bericht	Evaluation and reporting
7.1	Auswertung:	Evaluation:
7.1.1	Charakterisierung der Anzeigen mit entsprechenden Methoden	Characterization of the indications with suitable methods
7.1.2	Prozeduren der Datenanalyse	data analysis procedures
7.2	Bericht:	Report:
7.2.1	Meldepflichtige Anzeigen	Indications subject to reporting
7.2.2	Prüfbericht	Test report
8	Bewertung	Evaluation
8.1	Akzeptanz- und Klassifizierungskriterien	Acceptance and classification criteria
8.2	Richtlinien und Standards	Guidelines and standards
9	Qualitätssicherungsaspekte	Quality assurance aspects
9.1	Personalqualifikation entsprechend ISO 9712	Personnel qualification according to ISO 9712
9.2	Arbeitsschutz	Labor protection
9.3	Umweltschutz	Environmental protection
9.4	Geräteüberprüfung	Equipment verification
9.5	Erstellung Prüfanweisung	Creation of test instructions
10	Weiterentwicklungen	Further developments
10.1	Allgemeine Informationen	General Information
11	Pflichtliteratur	Required reading *
11.1	FBV04-02-22-Rev.0.0 - Formelsammlung	FBV04-02-22-EN-Rev.0.0 – Collection of formulas
11.2	DIN EN 16714-1:2016-11	EN 16714-1:2016
11.3	DIN EN 16714-2:2016-11	EN 16714-2:2016
11.6	DIN 19277:2015-12 (ISO 18434-1, modifiziert)	ISO 18434-1:2008
12	Referenzliteratur	Recommended reading *
12.1	DIN EN 16714-3:2016-11	EN 16714-3:2016
		* or national equivalent of the cited standards

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Industriethermografie Aktiv	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Active thermography
Nr./No	Themen	Subjects
1	Einleitung, Begriffe und Geschichte	Introduction, terms and history
2	Physikalische Prinzipien und weitere Grundlagen	Physical principles and associated knowledge
2.1	Phänomene des Wärmetransports:	Phenomena of heat transfer:
2.1.1	Strahlung	Radiation
2.1.2	Leitung	Conduction
2.1.3	Konvektion	Convection
2.2	Wärmefluss:	Heat flux:
2.2.1	Wärmeübergangskoeffizient	Heat transfer coefficient
2.2.2	Wärmedurchgangskoeffizient	Thermal transmittance
2.2.3	Wärmespeicherung	Heat storage
2.2.4	Effusivität	effusivity
2.2.5	Diffusivität (Temperaturleitfähigkeit)	Diffusivity (thermal conductivity)
2.3	Methoden der Temperaturmessung:	Methods of temperature measurement:
2.3.1	mit und ohne Kontakt	with and without contact
2.3.2	Messprinzipien der verschiedenen Sensoren	Measuring principles of the different sensors
2.4	Strahlungsphysik:	Physics of radiation:
2.4.1	Stefan Boltzmann Gesetz	Stefan Boltzmann Law
2.4.2	Wiensches Verschiebungsgesetz	Wien's law
2.4.3	Plancksches Gesetz	Planck's law
2.4.4	Lambert Gesetz	Lambert Law
2.4.5	Emission	emission
2.4.6	Absorption	absorption
2.4.7	Reflexion	reflection
2.4.8	Transmission	transmission
2.4.9	Schwarzkörperstrahler	black body
2.4.10	Gesetz von Kirchhoff	Kirchhoff's law
3	Geräte	Devices
3.1	Technologie der IR-Kameras:	Technology of IR cameras:
3.1.1	Optik	Optics
3.1.2	Detektortypen	Detector types
3.1.3	Objektive	Lenses
3.1.4	Filter	Filter
3.1.5	Kalibrierung (Temperaturmessung)	Calibration (temperature measurement)
3.1.6	Justierparameter	Calibration parameters
3.1.7	Non-uniformity Correction (NUC)	Non-uniformity Correction (NUC)
3.2	System Parameter:	System Parameters:
3.2.1	NETD	NETD
3.2.2	SRF	SRF
3.2.3	iFOV	iFOV
3.2.4	Zeitkonstanten	Time constants
3.2.5	Messungenauigkeiten	Measurement inaccuracies
3.3	Messtechnik:	measurement technology:
3.3.1	Betrieb und Justierung	Operation and Adjustment
3.3.2	Emissivität	Emissivity

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Industriethermografie Aktiv	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Active thermography
Nr./No	Themen	Subjects
3.3.3	scheinbare Temperatur	apparent temperature
3.3.4	Umgebungsbedingungen	Environmental conditions
3.4	Software:	software:
3.4.1	Signalverarbeitung	Signal Processing
3.4.2	Bildverarbeitung	Image processing
3.5	Referenzkörper	Reference bodies
3.6	Anregungstechniken:	Excitation techniques:
3.6.1	Impuls und Lockin	Impulse and lockin
3.6.2	optische Methoden (Blitzlampe, Halogenlampe, Laser, LED, Infrarotstrahler)	optical methods (flash lamp, halogen lamp, laser, LED, infrared radiators)
3.6.3	elektrische Methoden (Induktion)	electrical methods (induction)
3.6.4	mechanische Methoden (Ultraschall, TSA)	mechanical methods (ultrasonic, TSA)
3.6.5	Konvektion	Convection
4	Produktkenntnisse und weitere Anwendungsmöglichkeiten der Methoden und weiter entwickelten Techniken	Product knowledge and related capability of the method and derived techniques
	Aktive Thermografie	Active thermography
4.1	Inhomogenitäten in CFK, GFK	Inhomogeneities in CFK, GFK
4.2	Metalle	Metals
4.2.1	Schweißverbindungen	Welded joints
4.2.2	Risse	Cracks
4.2.3	Hohlstellen und Poren	Cavities and pores
4.2.4	Wanddicken	Wall thickness
4.3	Verbundsysteme	Composite systems
4.3.1	Schichtdicken	Layer Thicknesses
4.3.2	Beschichtung	Coating
4.4	Keramik	Ceramics
4.5	Elektronische Bauteile	Electronic devices
4.6	Bauwerke	Building structures
5	Vorkenntnisse	Information prior to testing
5.1	Information über das Prüfobjekt:	Information on the test object:
5.1.1	Emissivität	Emissivity
5.1.2	thermische Materialeigenschaften	thermal properties of materials
5.1.3	Struktur und Geometrie	Structure and Geometry
5.1.4	Homogenität des Materials	Homogeneity of the material
5.1.5	erwartete Inhomogenitäten	expected discontinuities
5.1.6	Prüfumfang	extent of testing
5.2	Information über die Prüfbedingungen:	Information on test conditions:
5.2.1	Temperatur	Temperature
5.2.2	störende Strahlungsquellen	interfering radiation sources
5.2.3	Luftfeuchte	Air humidity
5.2.4	Konvektion	Convection
5.3	Auswahl der Anregungsquelle und der geeigneten IR- Kamera	Selection of the excitation source and the suitable IR camera

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Industriethermografie Aktiv	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Active thermography
Nr./No	Themen	Subjects
6	Prüfung	Testing
6.1	Referenzkörper	Reference object
6.2	Vorbereitung des Prüfobjektes:	Preparation of the test object:
6.2.1	Notwendige Rahmenbedingungen	Necessary basic conditions
6.2.2	Positionierung	Positioning
6.3	Betriebsparameter:	Operating parameters:
6.3.1	Temperaturmessbereich	Temperature measuring range
6.3.2	Integrationszeit	Integration time
6.3.3	Bildwiederholrate	Refresh rate
6.3.4	Level und Span	Level and Span
6.4	Anwendung der aktiven Thermografie	Application of active thermography
6.5	Konfiguration von Anregungsquelle und IR-Kamera (Reflexion, Transmission)	Configurations of excitation source and IR camera (reflection, transmission)
6.6	Anregung unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Prüfobjektes	Excitation considering the properties of the test object
6.7	Zeitliches Verhalten der Anregung (Impuls, Stufenimpuls, periodisch, kontinuierlich, usw.)	Temporal behavior of the excitation (pulse, step pulse, periodic, continuous, etc.)
6.8	Fallstudien	Case Studies
7	Auswertung und Bericht	Evaluation and reporting
7.1	Auswertung:	Evaluation:
7.1.1	Charakterisierung der Anzeigen mit entsprechenden Methoden	Characterization of the indications with suitable methods
7.1.2	Prozeduren der Datenanalyse	data analysis procedures
7.2	Bericht:	Report:
7.2.1	Meldepflichtige Anzeigen	Indications subject to reporting
7.2.2	Prüfbericht	Test report
8	Bewertung	Evaluation
8.1	Akzeptanz- und Klassifizierungskriterien	Acceptance and classification criteria
8.2	Richtlinien und Standards	Guidelines and standards
9	Qualitätssicherungsaspekte	Quality assurance aspects
9.1	Personalqualifikation entsprechend ISO 9712	Personnel qualification according to ISO 9712
9.2	Arbeitsschutz	Labor protection
9.3	Umweltschutz	Environmental protection
9.4	Geräteüberprüfung	Equipment verification
9.5	Erstellung Prüfanweisung	Creation of test instructions
10	Weiterentwicklungen	Further developments
10.1	Allgemeine Informationen	General Information
11	Pflichtliteratur	Required reading *
11.1	FBV04-02-22-Rev.0.0 - Formelsammlung	FBV04-02-22-EN-Rev.0.0 – Collection of formulas

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 2 - Industriethermografie Aktiv	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 2 - Active thermography
Nr./No	Themen	Subjects
11.2	DIN EN 16714-1:2016-11	EN 16714-1:2016
11.3	DIN EN 16714-2:2016-11	EN 16714-2:2016
11.4	DIN EN 17119:2018-10	EN 17119:2018
11.6	DIN 19277:2015-12 (ISO 18434-1, modifiziert)	ISO 18434-1:2008
12	Referenzliteratur	Recommended reading *
12.1	DIN EN 16714-3:2016-11	EN 16714-3:2016
		* or national equivalent of the cited standards

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 3	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 3
Nr./No	Themen	Subjects
1	Einleitung, Begriffe und Geschichte	Introduction, terms and history
1.2	Geschichte der Thermografie	History of thermography
1.3	weitere ZfP Verfahren	other NDT procedures
1.4	Definition von Wärme und Temperatur	Definition of heat and temperature
1.5	Temperaturskalen	Temperature scales
1.6	Prinzip der Thermografie	Principles of thermography
1.7	Abgrenzung der aktiven Thermografie zu anderen ZfP-Verfahren	Differentiation of active thermography from other NDT methods
2	Physikalische Prinzipien und weitere Grundlagen	Physical principles and associated knowledge
2.1	Phänomene des Wärmetransports:	Phenomena of heat transfer:
2.1.1	Strahlung	Radiation
2.1.2	Leitung	Conduction
2.1.3	Konvektion	Convection
2.2	Wärmefluss:	Heat flux:
2.2.1	Wärmeübergangskoeffizient	Heat transfer coefficient
2.2.2	Wärmedurchgangskoeffizient	Thermal transmittance
2.2.3	Wärmespeicherung	Heat storage
2.2.4	differentielle Form des Fourierschen Gesetzes	differential form of Fourier's law
2.2.5	Effusivität	effusivity
2.2.6	Diffusivität (Temperaturleitfähigkeit)	Diffusivity (thermal conductivity)
2.3	Methoden der Temperaturmessung:	Methods of temperature measurement:
2.3.1	mit und ohne Kontakt	with and without contact
2.3.2	Messprinzipien der verschiedenen Sensoren	Measuring principles of the different sensors
2.4	Strahlungsphysik:	Physics of radiation:
2.4.1	Stefan Boltzmann Gesetz	Stefan Boltzmann Law
2.4.2	Wiensches Verschiebungsgesetz	Wien's law
2.4.3	Plancksches Gesetz	Planck's law
2.4.4	Lambert Gesetz	Lambert Law
2.4.5	Emission	emission
2.4.6	Absorption	absorption
2.4.7	Reflexion	reflection
2.4.8	Transmission	transmission
2.4.9	Schwarzkörperstrahler (Hohlraum mit Öffnung)	black body radiator (cavity with a hole)
2.4.10	Gesetz von Kirchhoff	Kirchhoff's law
2.4.11	Photometrie	Photometry
2.4.12	Geometrische Optik	Geometrical optics
2.4.13	Messunsicherheit	Measurement uncertainty
2.4.14	Aberration	Aberration
3	Produktkenntnisse und weitere Anwendungsmöglichkeiten der Methoden und weiter entwickelten Techniken	Product knowledge and related capability of the method and derived techniques

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 3	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 3
Nr./No	Themen	Subjects
3.1	Design und Fertigung neuer Materialien (CFK, GFK, Verbundstrukturen, usw.)	Design and production of new materials (CFRP, GFRP, sandwich structures, etc.)
3.2	Leistungsfähigkeit verschiedener Verfahren (POD - probability of detection)	Capability of different methods (POD - probability of detection)
3.3	Spezielle Anwendungen	Specialized applications
3.4	Verfahrenskombination (verschiedene Anregungsquellen, verschiedene ZfP Verfahren)	Combination of methods (different excitation sources, different NDT methods)
4	Geräte	Devices
4.1	Aktueller Stand-der-Forschung und Stand-der-Technik bzgl. der Geräte	Current state of research and technology regarding the devices
4.2	Physik und Technologie verschiedener Detektortypen und Filter Optik	Physics and technology of different detector types and filter optics
4.3	Close-up Linse	Close-up Lens
4.4	Immersionslinse	Immersion lens
4.5	Dual Band und Dual Colour IR-Kameras	Dual Band and Dual Color IR Cameras
4.6	Anregungstechniken	Excitation techniques
4.7	Möglichkeiten der verschiedenen Technologien	Possibilities of the different technologies
5	Vorkenntnisse	Information prior to testing
5.1	Zusammenfassung der Stufe 2, Vorabinformationen zu verschiedenen Anwendungsfällen	Level 2 summary, information prior to testing of special cases
6	Prüfung	Testing
6.1	Automatisierte Prüfung in der Fertigung	Automated testing in production
6.2	Linien-scanner	Line scanner
6.3	Kontrolle und Anpassung von Fertigungsprozessen	Control and adjustment of production processes
6.4	FEM Simulation zur Erweiterung des Parameterraumes	FEM simulation for parameter expansion
6.5	Vorhersage von Ergebnissen und Rekonstruktion	Prediction of results and reconstruction
6.6	Spezialfälle: z. B. Thermoelastische Spannungsanalyse (TSA), Prüfung semitransparenter Materialien, Hochtemperaturanwendungen, Hochgeschwindigkeitsmessungen, Gasdetektion	Special cases: e.g. Thermoelastic Stress Analysis (TSA), testing of semi-transparent materials, high temperature applications, measurements at high speed, gas detection
7	Auswertung und Bericht	Evaluation and reporting
7.1	Auswertung:	Evaluation:
7.1.1	Datenanalyse im Zeit-und Frequenzbereich	Data analysis in time and frequency domain
7.1.2	Fourier Transformation	Fourier Transformation
7.1.3	TSR	TSR
7.1.4	Datenkompression	Data compression
7.1.5	Bildverarbeitung	image processing

	Infrarotthermografieprüfung (TT) Stufe 3	Infrared Thermographic Testing (TT) Level 3
Nr./No	Themen	Subjects
7.1.6	Lebensdauervorhersage	Lifetime prognosis
7.2	Bericht	Reporting
7.2.1	Meldepflichtige Anzeigen	Indications subject to reporting
7.2.2	Prüfbericht	Test report
8	Bewertung	Evaluation
8.1	Akzeptanz- und Klassifizierungskriterien	Acceptance and classification criteria
8.2	Signifikanz der Fehlstellen mit und ohne Regelwerken	Significance of discontinuities with and without standards
8.3	Richtlinien und Standards	Guidelines and standards
9	Qualitätssicherungsaspekte	Quality assurance aspects
9.1	Personalqualifikation entsprechend ISO 9712	Personnel qualification according to ISO 9712
9.2	Arbeitsschutz	Labor protection
9.3	Umweltschutz	Environmental protection
9.4	Geräteüberprüfung	Equipment verification
9.5	Verfahrensvalidierung	Validation of methods
9.6	Erstellung Verfahrensbeschreibung	Preparation of NDT procedure
10	Weiterentwicklungen	Further developments
10.1	Allgemeine Informationen	General Information
10.2	Spezialfälle	Special cases
10.3	Neue Technologien	New Technologies
11	Pflichtliteratur	Required reading *
11.1	FBV04-02-22-Rev.0.0 - Formelsammlung	FBV04-02-22-EN-Rev.0.0 – Collection of formulas
11.2	DIN EN 16714-1:2016-11	EN 16714-1:2016
11.3	DIN EN 16714-2:2016-11	EN 16714-2:2016
11.4	DIN EN 17119:2018-10	EN 17119:2018
11.5	DIN 54191:2017-10	DIN 54191:2017-10
11.6	DIN 19277:2015-12 (ISO 18434-1, modifiziert)	ISO 18434-1:2008
11.7	DIN EN 13187:1999-05 (ISO 6781, modifiziert)	EN 13187:1998 (ISO 6781, modified)
11.8	VATH-Richtlinie Bauthermografie:2016-06	VATH-Guideline Thermal imaging of buildings:2016-06
11.9	VATH-Richtlinie Elektrothermografie-Hochspannung:2016-02	VATH-Directive Electrical thermal imaging-High Voltage:2016-06
11.10	VATH-Richtlinie Elektrothermografie-Niederspannung:2018-09	VATH-Directive: Electrical thermal imaging-Low Voltage:2018-09
11.11	VdS-Richtlinie 2859:2019-05	VdS-Directive 2859:2019-05
12	Referenzliteratur	Recommended reading *
12.1	DIN EN 16714-3:2016-11	EN 16714-3:2016
		* or national equivalent of the cited standards

Syllabus TT erfüllt ISO/TS 25107 und ANSI/ASNT CP-105
Syllabus TT fulfils ISO/TS 25107 und ANSI/ASNT CP-105