

DIN ISO 16290

ICS 49.140

**Raumfahrtssysteme –
Definition des Technologie-Reifegrades (TRL) und der
Beurteilungskriterien (ISO 16290:2013)**

Space systems –
Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment
(ISO 16290:2013)

Systèmes spatiaux –
Definition des Niveaux de Maturité de la Technologie (NMT) et de leurs critères d'évaluation
(ISO 16290:2013)

Gesamtumfang 18 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Begriffe	5
3 Technologie-Reifegrade (TRL)	8
3.1 Allgemeines	8
3.2 TRL 1 — Grundlagen erfasst und dargelegt.....	9
3.3 TRL 2 — Technologiekonzept und/oder Technologieanwendung formuliert	10
3.4 TRL 3 — Analytisches und experimentelles Nachweiskonzept der kritischen Funktion und/oder der Eigenschaft.....	10
3.5 TRL 4 — Verifizierung der Komponente und/oder des Funktionsmodells im Laborumfeld	11
3.6 TRL 5 — Verifizierung der kritischen Funktionen der Komponente und/oder des Funktionsmodells in einer relevanten Umgebung.....	12
3.7 TRL 6 — Modelldemonstration der kritischen Funktionen des Elements in einer relevanten Umgebung.....	13
3.8 TRL 7 — Modelldemonstration der Leistung des Elements in der Einsatzumgebung	14
3.9 TRL 8 — Ist-System vollständig und abgenommen für den Flug („flugtauglich“).....	15
3.10 TRL 9 — Ist-System „flugerprobt“ durch erfolgreichen Missionsbetrieb	15
4 Zusammenfassung.....	15
Literaturhinweise.....	18

Nationales Vorwort

Das vorliegende Dokument DIN ISO 16290:2016 ist die deutsche Ausgabe des bei ISO im Technischen Komitee ISO/TC 20/SC 14 „Raumfahrtsysteme und Anwendung“ (Sekretariat: ANSI, USA) unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt erarbeiteten Dokumentes ISO 16290:2013.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-05-01 AA „Grundlagen und Managementverfahren“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Raumfahrtsysteme — Definition des Technologie-Reifegrades (TRL) und der Beurteilungskriterien

Einleitung

Technologie-Reifegrade (TRL, en: Technology Readiness Levels) dienen zur Quantifizierung der technologischen Entwicklungsreife eines Elements, das zur Verwendung in einer Mission vorgesehen ist. Eine ausgereifte Technologie entspricht dem höchsten TRL, TRL 9 genannt, oder flugerprobten Elementen.

Die TRL-Skala kann sich in vielen Bereichen als nützlich erweisen, einschließlich, jedoch ohne Beschränkung, auf folgende Beispiele:

- a) Zur frühzeitigen Kontrolle grundlegender oder spezifischer technologischer Entwicklungen im Rahmen einer zukünftigen Mission oder Missionsfamilie;
- b) zur Bereitstellung des technologischen Entwicklungsstandes eines zukünftigen Projekts, als Eingabe zum Entscheidungsprozess der Projektimplementierung;
- c) in manchen Fällen zur Überwachung des technologischen Fortschritts während der Entwicklung.

Die Beschreibungen der einzelnen TRL finden sich in Abschnitt 3 dieser Internationalen Norm. Die zur Beurteilung durch die einzelnen TRL erforderlichen erreichten Leistungen sind in der zusammenfassenden Tabelle in Abschnitt 4 angegeben. Die Einzelheiten des Beurteilungsverfahrens durch die TRL sind durch die entsprechende Organisation oder das Institut festzulegen, die bei dieser Unternehmung federführend sind.

Diese Internationale Norm wurde unter Berücksichtigung bisher verfügbarer Dokumente zu diesem Themenbereich erstellt, im Besonderen Veröffentlichungen der US-Bundesbehörde für Luft- und Raumfahrt (NASA, en: National Aeronautics Space Administration), dem US-Verteidigungsministerium (DoD, en: Department of Defense) und europäischen Raumfahrtinstitutionen (DLR, CNES und ESA).

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Technologie-Reifegrade (TRL) fest. In erster Linie ist sie auf die Hardware von Raumfahrtssystemen anwendbar, auch wenn die Festlegungen in einem weiteren Zusammenhang in vielen Fällen Anwendung finden könnten.

Die Festlegung der TRL enthalten die für jeden einzelnen Grad zu erfüllenden Bedingungen und ermöglichen so eine genaue Beurteilung des Technologie-Reifegrades.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

2.1

Funktionsmodell

physisches *Modell* (2.10), gestaltet zur Prüfung der Funktionalität und zugeschnitten auf die Erfordernisse des Demonstrationsnachweises

2.2

kritische Funktion eines Elements

vorgeschriebene Funktion, die eine besondere Verifizierung der *Technologie* (2.19) erfordert

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Situation tritt auf, wenn entweder das Element selbst, oder Bestandteile des Elements neu sind und deshalb nicht aufgrund vorhergehender Umsetzungen beurteilt werden können, oder wenn das Element in einem neuen Zusammenhang verwendet wird, wie z. B. unter neuen Umgebungsbedingungen oder mit einem neuen noch nicht demonstrierten Verwendungszweck.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Rahmen dieser Internationalen Norm bezieht sich „kritische Funktion“ immer auf „kritische technologische Funktion“ und sollte nicht mit dem Begriff „sicherheitskritische Funktion“ verwechselt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Im Rahmen dieser Internationalen Norm bezieht sich „kritische Funktion“ immer auf „kritische Funktion eines Elements“.

2.3

kritischer Teil eines Elements

Teil eines *Elements* (2.4), der mit einer kritischen Funktion in Zusammenhang steht

Anmerkung 1 zum Begriff: Der kritische Teil eines Elements kann einen Teilbereich des Elements darstellen und die technologische Verifikation der kritischen Funktion wird möglicherweise nur durch besondere Prüfungen erreicht, die ausschließlich an dem kritischen Teil durchgeführt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Rahmen dieser Internationalen Norm bezieht sich „kritischer Teil“ immer auf „kritischer technologischer Teil“.

Anmerkung 3 zum Begriff: Im Rahmen dieser Internationalen Norm bezieht sich „kritischer Teil“ immer auf „kritischer Teil eines Elements“.

2.4

Element

Einheit oder Objekt, die/das für eine Beurteilung des Technologie-Reifegrades unter Betrachtung steht

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Element kann ein Bauteil, ein Teil der Ausrüstung, ein Subsystem oder ein System sein.

2.5

Funktion des Elements

beabsichtigte Wirkung des *Elements* (2.4)

2.6

funktionale Leistungsanforderungen

Teilbereich der *Leistungsanforderungen* (2.14) an ein *Element* (2.4), der die *Funktionen des Elements* (2.5) festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die funktionalen Leistungsanforderungen schließen nicht notwendigerweise Anforderungen mit ein, die sich aus der *Einsatzumgebung* ergeben (2.11).

2.7

Laborumfeld

kontrollierte Umgebung, die für den Demonstrationsnachweis von Grundprinzipien und Funktionsverhalten benötigt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Laborumfeld entspricht nicht zwingend der *Einsatzumgebung* (2.11).

2.8

ausgereifte Technologie

Technologie, die durch eine Reihe von *reproduzierbaren Prozessen* (2.17) bezüglich Auslegung, Herstellung, Prüfung und Betrieb eines *Elements* (2.4), zur Erfüllung von *Leistungsanforderungen* (2.14) in der tatsächlichen *Einsatzumgebung* (2.11) festgelegt ist

2.9

Missionsbetrieb

zur Missionserfüllung festgelegte Abfolge von Ereignissen

2.10

Modell

physische oder abstrakte Darstellung der relevanten Aspekte eines *Elements* (2.4) als Grundlage für Berechnungen, Vorhersagen, Prüfungen oder weitere Bewertungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Modell“ kann auch zur Identifizierung bestimmter Produktzustände benutzt werden, wie beispielsweise Flugmodell.

Anmerkung 2 zum Begriff: Nach ISO 10795, Begriff 1.141.

2.11

Einsatzumgebung

Reihe von natürlichen und induzierten Umgebungsbedingungen, die das *Element* (2.4) von seiner Konstruktionsfestlegung bis zum Betrieb einschränken

BEISPIEL 1 Natürliche Bedingungen: Wetter, Klima, Seewetterbedingungen, Bodenbeschaffenheit, Vegetation, Staub, Licht, Strahlung, usw.

BEISPIEL 2 Induzierte Bedingungen: Elektromagnetische Interferenzen, Hitze, Vibration, Verschmutzung, Kontamination, usw.

2.12

betriebstechnische Leistungsanforderungen

Teilbereich der *Leistungsanforderungen* (2.14) an ein *Element* (2.4), der die *Funktionen des Elements* (2.5) in seiner *Einsatzumgebung* (2.11) festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die betriebstechnischen Leistungsanforderungen werden durch Technische Spezifikationen formuliert, die alle Engineering-Bereiche abdecken. Sie werden durch den erfolgreichen Orbitalbetrieb validiert und können auf dem Boden durch Erhebungen von Verifizierungen des Elements, die den Einsatzfall umfassend abdecken, überprüft werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die vollständigen Leistungsanforderungen eines Elements setzen sich aus den betriebstechnischen Leistungsanforderungen und den Leistungsanforderungen für die Verwendung des Elements auf dem Boden zusammen.