

WHySE Kompass Wegmarke 4

TRL - Technology Readiness Level



Wieso ein Pilot nicht unbedingt eine Fluglinie braucht

„Hund“, sagte Tiger, „welchen TRL braucht unser Pilot?“

Affe hob den Kopf. „Pilot? TRL? Ja, fliegen wir denn? Ich dachte, wir testen unsere H₂-Technologie.“

Tiger schaute kurz zu ihr. Ziege lächelte.

Hund sah von seiner Karte auf. „Fast, liebe Affe“, sagte er ruhig. „Es geht tatsächlich ums Abheben. Nur anders.“

Affe legte das Papierflugzeug auf den Tisch. „Also kein Flugzeug?“

„Kein Flugzeug“, sagte Hund. „Eine Wegmarke.“

Er schob den Kompass zur Seite und breitete eine große Karte aus. Auf ihr verlief ein Weg durch das H₂-Terrain: unten rau, weiter oben fester, ganz oben asphaltiert.

Tiger beugte sich vor. „Wann können wir nun raus aus dem Labor?“

Ziege tippte auf seine Skizzen. „Die Idee funktioniert doch. Weshalb reicht das nicht?“

Hund legte eine Pfote auf die Karte. „Genau dafür gibt es TRL.“

Was bedeutet Technology Readiness Level?

Technology Readiness Level, kurz TRL, beschreibt den technologischen Reifegrad einer Entwicklung.

Oder in WHySE-Sprache:

TRL zeigen, wie weit eine Technologie vom ersten Gedanken bis zum verlässlichen Einsatz gekommen ist.

Der Weg führt über neun Stufen: von Grundlagenforschung über Forschung und Entwicklung bis zu Pilot, Demonstration und echter Anwendung. Die Technologie verlässt Schritt für Schritt den geschützten Raum und zeigt, ob sie im relevanten Umfeld trägt.

Affe schaute auf die Karte. „Also sagt TRL, ob etwas noch am Labortisch steht oder schon draußen im Gelände war?“

Hund nickte. „Genau.“

Warum TRL in H₂-Projekten so wichtig sind

H₂-Projekte stehen im Spannungsfeld von Forschung, Entwicklung, Förderung, Pilotanlage, Investition und Umsetzung.

Eine Idee kann sauber gedacht sein, ein Laborversuch funktionieren, ein Prototyp beeindrucken. Und trotzdem bleibt die Frage:

Trägt die Technologie den nächsten Projektschritt?

TRL zeigen, ob eine Technologie noch bei den Grundlagen steht, im Labor getestet wurde oder schon Betriebserfahrung im echten Umfeld gesammelt hat.

Tiger nickte langsam. „TRL hilft mir, Investoren und Projektpartnern zu zeigen, wo wir stehen.“

„Ja“, sagte Hund. „Und es hilft dir selbst, den nächsten Schritt sicher zu gehen.“

Ziege runzelte die Stirn. „Dann ist TRL also keine Bremse?“

Hund zeigte auf den unteren Rand der Karte. „TRL ist Orientierung auf dem Entwicklungsweg durch das H₂-Terrain. Hier beginnt der Weg.“

TRL 1-2: Grundlagenforschung

Ganz unten auf der Karte war rauher Boden, Steine, ein erster Pfad eingezeichnet.

Bei **TRL 1** wird ein technisches oder wissenschaftliches Prinzip beobachtet.

Bei **TRL 2** entsteht daraus ein mögliches technologisches Konzept.

Affe betrachtete die kleinen Zeichnungen. „Das ist also noch keine Anlage.“

„Genau“, sagte Hund. „Hier wird die Idee ausgearbeitet.“

TRL 3-5: Forschung und Entwicklung

Weiter oben wurde der Weg ebener. Erste Markierungen zeigten die Richtung.

Hier beginnt Forschung und Entwicklung.

Bei **TRL 3** gelingt ein erster Nachweis. Der Ansatz zeigt, dass er grundsätzlich funktionieren kann.

Bei **TRL 4** wird die Technologie im Labor geprüft. Einzelne Komponenten oder Teilsysteme zeigen ihre Funktion unter kontrollierten Bedingungen.

Bei **TRL 5** rückt der Test näher an die spätere Anwendung heran. Die Technologie wird in einer realeren Umgebung geprüft.

Tiger tippte auf die Karte. „Dann stehen wir genau hier.“

Hund nickte. „Ja. Ihr seid weiter als eine Idee. Und zugleich liegt der entscheidende Abschnitt noch vor euch.“

Affe nahm das Papierflugzeug wieder in die Hand. „Der Pilot?“

„Der Pilot“, bestätigte Hund.

Das Tal des Todes: TRL 4 bis TRL 7

Hund fuhr mit der Pfote über eine schmale Schlucht auf der Karte.

Zwischen Labor und belastbarer Demonstration liegt ein schwieriger Geländeabschnitt.

Auf der Karte stand:

Tal des Todes

Tiger wurde still. Hund sprach ruhig weiter: „Dieser Abschnitt ist für viele Technologien entscheidend. Die Idee ist reif genug, um ernst genommen zu werden. Zugleich braucht sie mehr Nachweise, Daten, Geld, Partner und Geduld.“

Ziege schaute auf seine Skizzen. „Weil die Technik raus aus dem geschützten Labor muss.“

„Ja“, sagte Hund. „Und weil aus Entwicklung langsam Verantwortung wird.“

Hier beginnt die Phase, in der Tiger mehr benötigt als Begeisterung: eine klare Lernfrage, einen sinnvollen Pilotumfang, belastbare Daten, eine ungeschönte Risikobetrachtung und jemanden, der mitgeht.

Affe zeigte auf die Schlucht. „Ist das der Moment, in dem Drache auf die Karte schaut?“

Hund lächelte. „Sehr wahrscheinlich.“

Drache war heute nicht dabei. Seine Sichtweise war dennoch präsent. Denn Investoren, Fördermittelgeber und Projektpartner fragen in dieser Phase:

„Welche Nachweise habt ihr, die uns überzeugen, zu investieren?“

Hund legte den Kompass an den Rand der Schlucht.

„Im Tal des Todes entscheidet sich oft, ob eine Technologieentwicklung weitergeht.“

TRL 6-8: Pilot und Demonstration

Oberhalb der Schlucht wurde der Weg fester.

Bei **TRL 6** wird ein Prototyp oder System in einer sehr realen Umgebung demonstriert.

Bei **TRL 7** läuft der Prototyp im Produktionsumfeld. Die Technologie zeigt, dass sie außerhalb geschützter Testbedingungen bestehen kann.

Bei **TRL 8** ist das System vollständig aufgebaut, geprüft und für den vorgesehenen Einsatz qualifiziert.

Tiger atmete hörbar aus. „Das ist der Reifegrad, den ich erreichen will.“

„Ja“, sagte Hund. „Deshalb braucht der Pilot gute Fragen für seine Tests.“

Affe schaute auf ihr Papierflugzeug. „Gute Fragen?“

Hund nickte. „Ein Pilot ist kein Ausflug. Er ist ein bewusst begrenzter Lernraum. Mit harten Anforderungen.“

Tiger erinnerte sich an Dienstag. „Also zeigen wir, was die Technologie unter echten Bedingungen leistet.“

„Und was das Projekt daraus für den nächsten Schritt ableitet“, ergänzte Hund.

TRL 9: Markteinführung

Ganz oben auf der Karte wurde aus dem Weg eine Straße.

Sie ist noch neu. Doch sie trägt.

Bei **TRL 9** hat sich die Technologie im echten Einsatz bewährt.

Hier beginnt der Schritt in den Markt.

Ziege schaute nach oben. „Dann ist TRL 9 das Ziel?“

Hund legte den Kopf leicht schief. „Für die technologische Reife: ja. Für das Projekt ist es ein wichtiger Meilenstein unter mehreren.“

Tiger schaute auf. „Was fehlt dann noch?“

Hund zeigte auf weitere Symbole am Kartenrand: Genehmigung, Finanzierung, Betrieb, Markt, Lieferkette, Sicherheit.

„TRL sagt viel über die Technologie. Ein H₂-Projekt benötigt das ganze Terrain.“

Was TRL leisten - und was sie einordnen

TRL beantworten eine zentrale Frage:

Wie reif ist die Technologie?

TRL helfen beim Gespräch über den nächsten Schritt. Sie ersetzen keine Projektentscheidung, keine Vor- und Endplanung und keine Investitionsentscheidung. Sie bereiten Entscheidungen vor.

Affe schrieb mit. „Also ist TRL eine Standortangabe.“

„Ja“, sagte Hund. „Keine Schulnote.“

Ein niedriger TRL zeigt nur, dass die Technologie am Anfang des Wegs steht.

Ein hoher TRL macht eine Technologie nicht automatisch wirtschaftlich. Er zeigt lediglich, wie erwachsen sie ist. Und ob sie in den Markt treten kann.

Tiger nickte. „Das hilft.“

„Dafür ist der Kompass da“, lächelte Hund.

Typische Missverständnisse

Ziege schaute noch einmal auf seinen Laborversuch.

„Wenn die Idee funktioniert, reicht das noch nicht für den Markt.“

„Sie ist ein wertvoller Nachweis für den nächsten Schritt“, sagte Hund. „Der Weg geht weiter.“

Affe hob die Hand. „Und TRL 9 heißt: alles fertig?“

Hund lächelte. „Technologisch sehr weit. Projektseitig braucht es Genehmigung, Finanzierung, Betrieb, Sicherheit, Kunden und Marktrückmeldungen.“

Tiger blickte wieder zur Schlucht. „Und wenn wir im Tal des Todes stehen?“

Hund antwortete ruhig: „Keine Panik. Ihr steht an einer kritischen Stelle. Von dort geht es mit Klarheit und Geduld weiter.“

Die Klartext-Übersetzung

Hund rollte die Karte langsam zusammen. „Wenn jemand von TRL spricht“, sagte er, „meint er eigentlich: Wo steht diese Technologie gerade auf dem Weg von der ersten Idee bis zum Einsatz im Markt?“

Affe nickte. „Und wenn jemand Pilot sagt?“

Hund schaute auf das Papierflugzeug. „Dann geht es oft um den Moment, in dem die Technologie den geschützten Laborraum verlässt. Sie soll unter realeren Bedingungen zeigen, was sie trägt.“

Tiger sah auf seinen Zettel. „Also ist TRL kein Etikett.“

„Nein“, sagte Hund. „TRL ist eine Wegmarke.“

Affe steckte das Papierflugzeug vorsichtig zwischen die Seiten ihres Notizbuchs. „Und steht nicht für eine Fluglinie“, sagte sie.

Hund lächelte. „Das auch.“

Wenn du nur einen Satz behalten möchtest:

TRL sind die Wegmarken zwischen guter Idee und Einsatz im Markt.

Quellen und Hinweise

Die TRL-Systematik geht auf die Raumfahrt zurück und wurde vor allem durch die NASA bekannt. Heute wird sie in Forschungs-, Innovations- und Förderprojekten genutzt.

Fachliche Bezugspunkte für diese Wegmarke sind:

NASA Technology Readiness Levels

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

European Commission / Horizon Europe TRL-Systematik

Weitere Reifegradmodelle betrachten Fertigung, Investitionsfähigkeit, Kundenreife, rechtliche Reife oder Geschäftsreife. Diese Wegmarke bleibt bei einem Begriff: Technology Readiness Level.

Hinweis:

Diese Wegmarke erklärt TRL allgemein. Sie ersetzt keine projektspezifische Technologiebewertung und keine objektive Einstufung einzelner Reifegrade.