

Steckbrief Digitaler Zwilling

Perspektive statischer & agiler digitaler Simulationen | April 2022

AK Verteidigung: PG IT-Innovationen

Thema: Digitaler Zwilling für die Bundeswehr

Ausgangssituation und Beschreibung der Technologie

- Definition: Digitale Repräsentanz physischer und nicht-physischer Gegenstände (Assets) der realen Welt. Diese repräsentieren alle relevanten Eigenschaften, Services und Verhalten eines realen Objektes. Diese Objekte sind verwaltete Dinge (Maschinen, Geräte, Software, Prozesse, aber auch Menschen, die in der digitalen Welt 1x1 live weitergeführt werden). Dabei können mehrere Systeme miteinander gekoppelt werden.
- Der digitale Zwilling (DZ) synchronisiert den Status des realen Objektes mit dem digitalen Modell und erlaubt den virtuellen Betrieb.
- Das Kernkonzept beruht auf Planung und Flexibilisierung, z. B. bei der Smart-City-Städteplanung, dem Verkehrsmanagement, der Gebäudeautomation (Heizung) oder der Fertigung von Einzelprodukten.

Gemeinsames Ziel/Nutzungspotentiale

Gefechtsfeld:

- 2018 war die Smart Digital Reality erstmals Thema
- kontinuierliches Sammeln von 3D-Infos und Darstellung für aktuelles Lagebild (Drohnen, etc.) – von tagesaktueller Darstellung bis Live-Übertragung
- Die so gewonnenen Daten (z. B. durch Satelliten, Drohnen, Sensoren am Boden (Fahrzeuge), Roboter, etc.) können zu einer »Live«-Gesamtlage zusammengefasst werden. Anwendungen gibt es z. B. im Bereich der Aufklärung, Einsatzplanung oder bei Trainingszwecken wie beim Gefechtsübungszentrum Heer. Das Ziel soll es sein, dass Einsatzgebiet vollständig und höchstaktuell zu digitalisieren und zu visualisieren.

Soldatinnen und Soldaten:

- Online-Monitoring durch Sensoren auf der Haut und in der Kleidung. Die Datenaufzeichnung ist durch das Planungsamt der Bundeswehr geprüft. Ein Verstoß gegen den Datenschutz liegt nicht vor. Das Prinzip kommt bereits auf der ISS im Weltraum zu tragen. Ein laufendes Projekt im Sanitätsdienst ist wegen nicht gesicherter Finanzierung seit 2015 gestoppt.
- Soldaten werden im Vorfeld gesundheitlich gecheckt, um Soll-Abweichungen zu bemerken.

- Ziel ist die Beobachtung von physiologischen Daten in Echtzeit, inkl. einer Trendanalyse. Beispiel: »Wenn die Körpertemperatur oder der Puls kontinuierlich steigt, bricht die Person in x Minuten zusammen«, etc.
- Bislang scheiterte die Übertragung der Biosensoren an Problemen bei der Datenübertragung, gerade innerhalb von Häusern. Hier besteht ein technischer Klärungsbedarf des Projektes.
- Bedarf besteht insbesondere in der Luftfahrt (z. B. bei Fallschirmjägerinnen und -jägern, die Extrembedingungen von -60°C bis + 40°C während des Falls ausgesetzt sind oder bei Pilotinnen und Piloten während des Fluges). Weitere Anwendungsmöglichkeiten gibt es in anderen Teilstreitkräften wie dem Heer (Bioüberwachung im Einsatz, um ggf. Rettungskette schneller zu aktivieren).

Marine:

- Schiffssensoren erzeugen ein Lagebild zur Koordinierung von Wirk- und Abwehrmitteln.
- sehr aufwendige Programmierung; insbesondere, wenn ein komplettes Schiff abgebildet werden soll. Dies ist sehr kosten- und zeitintensiv und eine Frage von »Tiefgängen« (grobe Simulation des Schiffes vs. Detail-Modell)
- Derzeit erfolgen Aufzeichnungen, die dann in Simulationen einfließen und einen statischen digitalen Zwilling erzeugen (vor oder nach der Mission, z. B. für Gefechtssimulationen)

Logistik:

- Der DZ dient der Verfolgung von Objekten. Eine Geoverortung von Containern, Fahrzeugen oder Material kann durch KI gesteuerte Daten von Satelliten auf 3cm genau erfasst werden. Derzeit wird dies oft noch mit Papieraufzeichnungen verfolgt. Die Objekte gehen somit nicht verloren und sind stets zu orten.
- Die zusätzliche Verarbeitung von AIS-Signalen von Schiffen (welche Strecke diese fahren), Routenberechnungen, Wind- und Wellengang, etc. macht Lieferketten und Versorgungsketten transparent und vereinfacht die logistische Planung.
- Verlegemöglichkeiten von Truppen können besser gesteuert werden. (Ein Problem sind aber noch verschiedene Datenquellen. Alle Vorgänge sollten wiederholbar sein, um nicht immer neuen Aufwand zu haben.) Das ermöglicht ein Risikomanagement und Was-Wäre-Wenn-Szenarien.
- Der DZ trägt erheblich zur Risikominimierung bei. Showstopper lassen sich bereits im Vorfeld identifizieren. Somit können die limitierten Hochwert-Assets (z. B. Hubschrauber) geschont werden. Neue Fahrzeuge werden erst dann eingesetzt, wenn erste Tests mittels DZ positiv verlaufen sind.
- Ein DZ ermöglicht die Zustandserfassung von Fahrzeugen sowie eine Prognose über Schäden oder anstehende Wartungen (z. B. abhängig von der Topografie oder der geplanten Strecke, die zurückgelegt werden soll – Gelände oder Straßenfahrt).

Flugzeugbau:

- Missionsengineering, z. B. FCAS, etc. (Transfer von Industrie zu Streitkräften)
- Verknüpfung von Modell + Daten und einer Simulation (nicht nur Sensordaten der Plattform), als auch weiterer Systeme im Gefechtsumfeld (teilstreitkräfteübergreifend).

- ermöglicht Aussagen darüber, was getan werden muss, um die Kernverfügbarkeit (der Flugsysteme) und Einsatzbereitschaft nachhaltig zu steigern. Der DZ erzeugt Daten (Datenspeicherung, Analyse, Datenbereitstellung) für Hersteller, zur Reduzierung der Entwicklungszyklen, der Verbesserung der Produktion und für die direkte Verwendung im Einsatz der Streitkräfte.
- Der Mehrwert des DZ steht den entstehenden Kosten positiv gegenüber (Lebenszyklus).
- Die Verknüpfung operativer Daten mit dem DZ erlaubt eine effizientere Wartung und Inbetriebhaltung, z. B. mit digitalen Wartungsanweisungen (in Verbindung mit virtueller Realität).

Katastrophenschutz & Gefahrenlagen

- Der DZ ermöglicht die Bewertung von Brücken und Dämmen auf Schäden sowie Prognosen über Schadenslagen und Entwicklungen.
- erfasst den Zustand kritischer Infrastrukturen (Strom, Wasser, Abfall, Krankenhausbelegung, etc.)
- erfasst den Zustand und Standort von Fahrzeugflotten & Einsatzteams für ein einheitliches Lagebild zur Koordinierung

Weitere Anwendungsfelder sind beliebig erweiterbar.

Herausforderungen

- Aktuell existierende Realisierungen des DZ sind i. d. R. nicht kompatibel vernetzbar.
- Integration einzelner Simulationsmodelle von DZ in eine Gesamtsystemsimulation.
- Sicherstellung semantischer Bedeutung von Daten während des Datenaustauschs.
- Bereitstellung von Echtzeitdaten hat eine hohe Abtastrate. Dies führt zu **sehr großen Datenmengen** (Daten müssen gleich sein bzw. eine hohe Datendichte ist bereits vorhanden, daher ist eine Fokussierung auf relevante Daten nötig).
- Eine resiliente Übertragung von Echtzeitdaten (z. B. via Satellit oder über dezentrale Netzwerke) stellt eine technische Herausforderung dar (besonders bei Übertragungen aus Gebäuden). Die Daten können nicht überall gezogen werden. Die Bundeswehr hat andockfähige Systeme (z.B. im Boxer), die das umsetzen könnten, aber vorhandene Daten werden nicht effektiv genutzt. Es fehlt die Vernetzung der Systeme, obwohl die Bundeswehr dazu die Fähigkeiten hat. Hintergrund sind Geld- und Personalmangel

Bewertung

- Der DZ ermöglicht Kosten- & Zeiteinsparungen beim Testen und beim Design (z. B. bei Fahrzeugen).
- Die Erfassung von Fahrzeugen, Flugzeugflotten, Schiffsflotten, Systemen kann mit einem DZ virtuell abgebildet werden, um einen operativen Mehrwert im gesamten Lebenszyklus der Plattform zu gewährleisten.
- Simulationen können in ein reales System eingebunden werden.
- DZ sind Produkte der Industrie 4.0.

- Der DZ ermöglicht schnellere Time-to-Einsatz-Szenarien sowie Qualitätssicherungsvorteile.
- Der DZ ermöglicht die Validierung von Entscheidungen, kontinuierliche Integration, Laufzeiten und Änderungen an Systemen, ein Feedback direkt an und durch Nutzerinnen und Nutzern sowie valide Lagebilder.
- Der DZ ermöglicht eine robustere Planung, höhere Flexibilität und Was-wäre-wenn-Analysen können als Parameter gesetzt werden.
- Vorteile auf dem Gefechtsfeld, durch schnellere und valide Entscheidungen.
- Es besteht die Möglichkeit der Vernetzung heterogener Systeme und die Bereitstellung einheitlicher Schnittstellen und Datenmodelle.
- **Der Begriff »digitaler Zwilling« ist zwar neu, aber das Grundprinzip nicht.**
 - **Früher:** statisch (Testprogramme, Auswertung aus Flugzeugen, Schiffen, Panzern (z. B. PzH 2000, Boxer, Puma etc.), die zu Modellen eingebettet und für Simulationen genutzt werden). In der Bundeswehr existieren diese Ansätze schon seit den 1970er Jahren, z. B. bei der Marine, heute in der Luftwaffe oder beim Heer sowie gepl. in der Medizin.
 - **Heute:** DZ in Echtzeit und damit als agile Anwendung. Bisläng gibt es jedoch noch keine bekannten Services, die reale Objekte live zur Verfügung stellen.