

Leitfaden zur HOF-Integration in Veränderungs- und Entwicklungsprozesse



Inhalt

1.	Einführung	4
1.1.	Ziele des Leitfadens	4
1.2.	Merkmale einer systematischen und nachweisbaren Integration von HOF.....	4
1.3.	Systemische MTO-Perspektive als Grundansatz	6
2.	Normative Grundlagen	7
2.1.	EU-Verordnungen und –Richtlinien	7
2.2.	Hoheitliche Regelungen	7
2.3.	Normen.....	7
2.4.	RTE, BAV-Richtlinien und Merkblätter	8
3.	Aktivitäten für eine systematische HOF-Integration	9
3.1.	Vorgehensmethodik zur HOF-Integration in Vorhaben	9
3.2.	Die Integration von HOF am Beispiel des RAMS-Prozesses (EN 50126).....	11
3.3.	Zwei Ansätze für HOF-Beurteilungskriterien	14
3.3.1.	Human Factors Prüfkriterien (DLR/SBB)	14
3.3.2.	Das 5x5 HOF-Modell der ERA	16
4.	Nachweis der HOF-Integration	17
4.1.	Notwendigkeit und Verbindlichkeit des Nachweises der HOF-Integration.....	17
4.2.	Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung	18
4.3.	Zeitpunkt und Form des HOF-Nachweises.....	19
5.	Fazit	19

Dokumentenkontrollblatt

Inhalt	Leitfaden zur Integration HOF in Veränderungs- und Entwicklungsprozessen
Ersteller/in oder Autor/in	Anna Windischer-Unterkircher (Hauptautor) (SBB) Jonas Böhler (SOB) Dominic Brunner (BAV) Roger Dällenbach (SOB) Flavio Ferrari (SBB) Dagmar Fünffinger (SBB) Matthias Grossenbacher (BLS) Christina Kuhn (SBB) Céline Mühlethaler (SBB) Yvonne Nef (SOB) Anja Schmid (BLS) Lorenz Willener (SBB) Arbeitsgruppe für Human and Organisational Factors
Reviewer/in	Reviews innerhalb der AGr HOF sowie durch mögliche Anwender:innen in den Unternehmen
Dokumentenname	Integration_HOF_Aenderungsmanagement_Version_V1.0
Status (<u>fett</u>)	In Bearbeitung / Review / Freigegeben
Übersetzung (<u>fett</u>)	Deutsch / Französisch* / Italienisch (* 2025 vorgesehen)
Ausgangssprache	Deutsch
Verteiler	Fachgruppe Betrieb (FG BE) Alle interessierten Mitglieder Verschiedene Kommissionen VöV intern
Vertraulichkeit (<u>fett</u>)	Öffentlich / Mitglieder VöV / intern VöV
Ablageort	VöV-Webseite (Zugriff für ordentliche Mitglieder) VöV-Teams-Sharepoint FG BE und AGr (Zugriff für Mitglieder)

Änderungsverzeichnis

Nr.	Version	Datum	geänderte Kapitel	Änderung	Ersteller/in
1	1.0	30.11.2024	- -	Ersterstellung	Anna Windischer-Unterkircher

1. Einführung

1.1. Ziele des Leitfadens

Human & Organisational Factors (HOF) beschäftigt sich als interdisziplinäres wissenschaftliches Fachgebiet mit dem optimalen Zusammenspiel zwischen Menschen und ihren Arbeitsumgebungen. Mensch, Technik und Organisation (MTO) sollen in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit und in ihrem Zusammenwirken reflektiert sowie bei der Entwicklung und Implementierung von Arbeitssystemen berücksichtigt werden, um die Sicherheit und Effizienz des Bahnbetriebs zu erhöhen.

Regulatorische Vorgaben schreiben vor, dass Eisenbahnunternehmen im Rahmen ihres Sicherheitsmanagementsystems (SMS) einen systematischen Ansatz zur Integration menschlicher und organisatorischer Faktoren (HOF) verfolgen. Dies betrifft eine Vielzahl von Bereiche des Sicherheitsmanagements wie z.B. das Risikomanagement, das Änderungsmanagement oder das Ereignismanagement. Dieser Leitfaden fokussiert auf die HOF-Integration in Entwicklungs- und Veränderungsvorhaben.

Das Dokument soll Eisenbahnunternehmen dabei unterstützen, HOF bei Veränderungs- und Entwicklungsvorhaben systematisch und nachweisbar zu berücksichtigen. Es richtet sich an Verantwortliche, Fachpersonen, Prozessmanager:innen sowie an Führungskräfte auf allen Führungsstufen, die sicherstellen sollen, dass Anforderungen an die Sicherheit und an die Leistungsfähigkeit des Systems sowie an eine gesundheits- und menschenzentrierte Gestaltung berücksichtigt werden. Auch wenn Grundsätze und Aktivitäten für die HOF-Integration in Veränderungs- und Entwicklungsvorhaben aufgezeigt werden, können keine generellen Vorgaben für die Eisenbahnunternehmen gemacht werden, da sich die Art und Weise des Betriebes in verschiedenen Organisationen stark unterscheidet.

Nach einer allgemeinen Einführung in die Grundsätze der HOF-Integration und in die normativen Grundlagen wird aufgezeigt, wie die HOF strukturiert in verschiedene Entwicklungsphasen integriert werden können. Am Ende des Dokuments wird auf den gesonderten Fall des Nachweises der HOF-Integration eingegangen.

1.2. Merkmale einer systematischen und nachweisbaren Integration von HOF

Die systematische HOF-Integration in Entwicklungs- und Veränderungsvorhaben bietet erhebliche Vorteile. Bei der Gestaltung von Arbeitsumgebungen und – mitteln sowie bei organisationalen Veränderungen wird darauf geachtet, dass der Mensch mit seinen Fähigkeiten und Bedürfnissen seine Aufgabe möglichst sicher und effizient erfüllen kann. Durch die Berücksichtigung des Zusammenspiels zwischen Mensch, Technik und Organisation wird sichergestellt, dass das Ergebnis zur Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems beiträgt und den Anforderungen der Nutzenden entspricht. Damit trägt die Anwendung der HOF-Sicht in Entwicklungs- und Veränderungsprozesse zum Erfolg des Vorhabens bei und ist auch aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll.

Gemäss der Verordnung (EU) 2018/762 müssen Eisenbahnunternehmen (EBU) nachweisen, dass sie über einen systematischen Ansatz zur Einbeziehung menschlicher und organisatorischer Faktoren in das Sicherheitsmanagementsystem verfügen. Dies gilt auch für

Änderungsvorhaben, welche keine Verfahren erfordern (z.B. nichttechnischer Natur), aber dennoch sicherheitsrelevante Auswirkungen auf die Organisation und somit auf die Mitarbeiter:innen haben können.

Eine systematische und nachweisbare Integration von HOF in Veränderungs- und Entwicklungsprozessen erfüllt folgende Anforderungen:

- Menschliche und organisationale Faktoren sowie das Zusammenspiel zwischen Mensch, Technik und Organisation werden berücksichtigt.
- Eine menschenzentrierte Gestaltung wird angestrebt, indem die Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Mitarbeitenden sowie die Nutzerakzeptanz beachtet werden.
- Mögliche Auswirkungen der Veränderung auf andere Systeme werden berücksichtigt.
- HOF-Risiken werden durch angemessene Massnahmen oder Anwendungsbedingungen beherrscht.
- Im gesamten Lebenszyklus von der Konstruktion bis zur Ausserbetriebsetzung werden HOF miteinbezogen.
- Im Vorgehen werden Fachwissen und anerkannte Methoden aus dem HOF-Gebiet genutzt.
- Der Ansatz zur Integration menschlicher und organisatorischer Faktoren ist systematisch. HOF-Aktivitäten werden von Anfang an für jede Entwicklungsphase geplant, durchgeführt und evaluiert sowie in der Gestaltung berücksichtigt.
- Das Vorgehen bei der Integration von HOF wird laufend dokumentiert und ist nachvollziehbar.

1.3. Systemische MTO-Perspektive als Grundansatz

Der MTO-Ansatz berücksichtigt systematisch das Zusammenspiel zwischen Mensch (M), Technik (T) und Organisation (O). Erst die optimierte Gestaltung des Zusammenwirkens von MTO ermöglicht den Erfolg des Veränderungs- oder Entwicklungsvorhabens. Werden technische Lösungen isoliert verfolgt, wird die Organisation ausgespart oder nur als abgeleitetes Problem der Technik behandelt. Wird die Rolle des Menschen nicht adäquat berücksichtigt, sind häufig kostspielige Nachbesserungen und zeitliche Verzögerungen notwendig. Daher müssen bereits bei Entwicklungen von Beginn an mögliche Einflussfaktoren betreffend das Zusammenspiel zwischen Mensch, Technik und Organisation miteinbezogen werden.

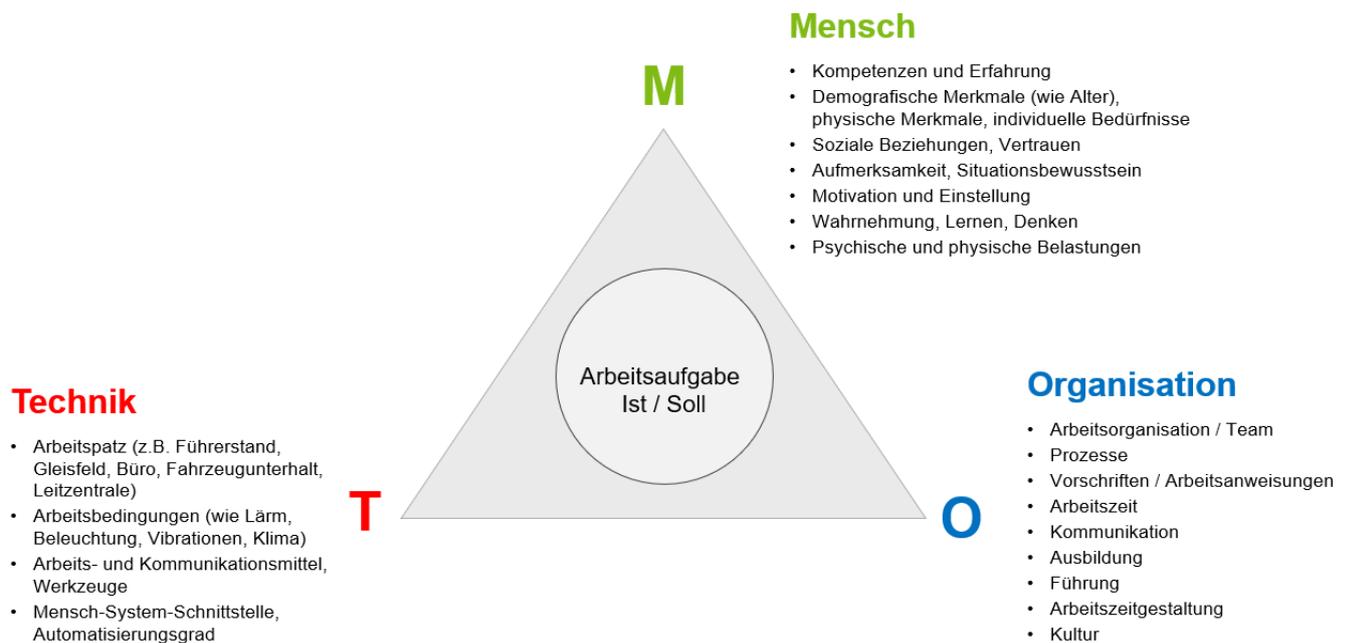


Abbildung 1: MTO-Perspektive

Bei HOF-Themen handelt es sich um Zusammenhänge und Interaktionen verschiedener Elemente, die in ihrem Zusammenwirken betrachtet und gestaltet werden müssen. Kleine Veränderungen an einer Stelle des Systems können grosse beabsichtigte oder unbeabsichtigte Auswirkungen an einer anderen Stelle verursachen. Wird beispielsweise eine Automatisierung eingeführt, dann ändern sich häufig auch die Arbeitsaufgaben, Prozesse in der Organisation sowie die Anforderungen an den Menschen. Eine isolierte Sichtweise auf einzelne Faktoren würde nicht wirkungsvoll sein. Daher bietet der MTO-Ansatz eine sehr gute Grundlage für eine systemische Betrachtung von HOF in Veränderungs- und Entwicklungsprojekten.

2. Normative Grundlagen

Im Folgenden werden regulatorische Verordnungen, Richtlinien und Normen zur Integration von HOF in Änderungs- und Entwicklungsvorhaben beschrieben.

2.1. EU-Verordnungen und –Richtlinien

(EU) 2018/762	Verordnung über gemeinsame Sicherheitsmethoden bezüglich der Anforderungen an Sicherheitsmanagementsysteme (CSM-SMS)	Stand 08.03.2018
Richtlinie 2006/42/EG	Maschinenrichtlinie: regelt ein einheitliches Schutzniveau zur Unfallverhütung für Maschinen und unvollständigen Maschinen bei Inverkehrbringung im EWR	Stand 17.05.2006
Richtlinie 2001/95/EG	Richtlinie über die allgemeine Produktesicherheit	Stand 03.12.2001

Gemäss Anforderung 4.6.1. der Verordnung (EU) 2018/762 müssen Organisationen nachweisen, dass sie über einen systematischen Ansatz zur Einbeziehung menschlicher und organisatorischer Faktoren in das Sicherheitsmanagementsystem verfügen.

2.2. Hoheitliche Regelungen

EBG SR 742.101	Eisenbahngesetz	Stand 01.07.2024
EBV SR 742.141.1	Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen	Stand 01.07.2024
AB-EBV SR 742.141.11	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung	Stand 01.07.2024
VPVE SR 742.142.1	Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für Eisenbahnanlagen	Stand 01.11.2014

Artikel 11 der Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV):

Bei der Festlegung der Betriebsorganisation und des Personalbestandes ist für sicherheitsrelevante Aufgaben insbesondere die gesamthafte Arbeitslast einzelner Personen und das Ausmass von zu verarbeitenden Änderungen zu beurteilen. Dabei sind nebst der Organisation und Quantität der Arbeit auch menschliche Faktoren, namentlich die Stärken und Schwächen bzw. die Grenzen menschlichen Handelns und die Einflüsse der Arbeitsumgebung auf die Leistungsfähigkeit zu berücksichtigen. Dies sind Aspekte wie Komplexität, Zeitdruck, Praktikabilität. Vor Einführung neuer technischer Einrichtungen sind dieselben Aspekte wie bei der Festlegung der Betriebsorganisation zu berücksichtigen.

2.3. Normen

Die folgenden Normen beschreiben die wichtigsten Anwendungsbereiche im Bahnbetrieb, in denen der Faktor Mensch eine wichtige Rolle spielt. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf

Vollständigkeit und dient als Orientierungshilfe. Die Normenreihen werden zusammengefasst aufgeführt.

EN-Reihe 50126	Bahnanwendungen
ISO-Reihe 11064	Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen
ISO-Reihe 9241	Ergonomie der Mensch-System-Interaktion
EN_Reihe 1005	Sicherheit von Maschinen. Menschliche Leistung
SN EN 16186	Bahnanwendungen – Führerraum
ISO-Reihe 10075	Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastungen
ISO 6385	Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen
ISO 7250	Wesentliche Masse des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung

2.4. RTE, BAV-Richtlinien und Merkblätter

Folgende Dokumente tangieren das HOF-Themengebiet. Die Umsetzungshilfe SMS sowie der ERA-Leitfaden sind Erläuterungen zu den Anforderungen gemäss VO (EU) 2018/762.

RTE 25100	Nachweisführung Sicherungsanlage	Stand 01.05.2016
RTE 49100	Nachweisführung bei Änderungen an Eisenbahnfahrzeugen	Stand 19.01.2016
RL SA	Richtlinie Nachweisführung Sicherungsanlagen (ehem. Leitfaden Sicherheitsnachweisführung)	Stand 23.10.2015
RL UP-EB	Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen (ehem. Sachverständigenrichtlinie)	Stand 24.09.2021
RL VPVE	Richtlinie BAV zu Art. 3 VPVE Anforderungen an Planvorlagen	Stand 01.07.2013
RL Zulassung Eisenbahnfahrzeuge	Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge (Typenzulassung/Betriebsbewilligung)	Stand 01.07.2024
Umsetzungshilfe SMS	Erläuterungen zu den Anforderungen an das Sicherheitsmanagementsystem (BAV)	Stand 01.12.2019
ERA-Leitfaden	Anforderungen an das Sicherheitsmanagementsystem für die Sicherheitsbescheinigung oder die Sicherheitsgenehmigung	Stand 26.04.2021

3. Aktivitäten für eine systematische HOF-Integration

In den folgenden Abschnitten wird zuerst eine allgemeine Vorgehensmethodik vorgestellt, wie HOF in ein technisches oder organisationales Vorhaben integriert werden kann (Kap. 3.1). Anschliessend wird die Integration von HOF spezifisch am Beispiel des RAMS-Prozesses (EN 50126) veranschaulicht, da diese Norm für viele technische Entwicklungsvorhaben im Bahnbereich zwingend ist (Kap. 3.2).

3.1. Vorgehensmethodik zur HOF-Integration in Vorhaben

Sollen die HOF systematisch in technische und/oder organisationale Vorhaben integriert werden, müssen HOF Aktivitäten in verschiedenen Entwicklungsphasen geplant, durchgeführt und evaluiert werden. Durch die Einbindung von den HOF von Anfang an, kann ein tiefes Verständnis über das Arbeitssystem gewonnen und daraus fundierte Anforderungen an die Systemgestaltung abgeleitet werden. Dadurch können die HOF in richtungsweisenden Gestaltungsentscheiden berücksichtigt werden.

Die kontinuierliche Ausrichtung des Designprozesses auf Nutzerbedürfnisse wird in der ISO 9241-210 (2010) zur menschenzentrierten Gestaltung beschrieben. Auf dieser Grundlage des Modells hat die ERA die Integration von HOF veranschaulicht (HOF in Change Management | European Union Agency for Railways (europa.eu)). Im Folgenden werden die darin enthaltenen HOF-Aktivitäten beschrieben. Die Inhalte wurden aufgrund praktischer Erfahrungen leicht angepasst.

Sobald die Notwendigkeit für ein Entwicklungs- oder Veränderungsvorhaben festgestellt wird, sollen folgende Aktivitäten erfolgen:

Schritt 1: Auswirkungen der Veränderung/Entwicklung auf HOF beurteilen

Schritt 2: HOF-Ziele festlegen

Schritt 3: HOF-Aktivitäten planen

Schritt 4: Geplante HOF-Aktivitäten umsetzen und überwachen

Schritt 5: Gestaltungslösungen anhand der HOF-Anforderungen evaluieren

Laufend: Dokumentation für den HOF-Nachweis

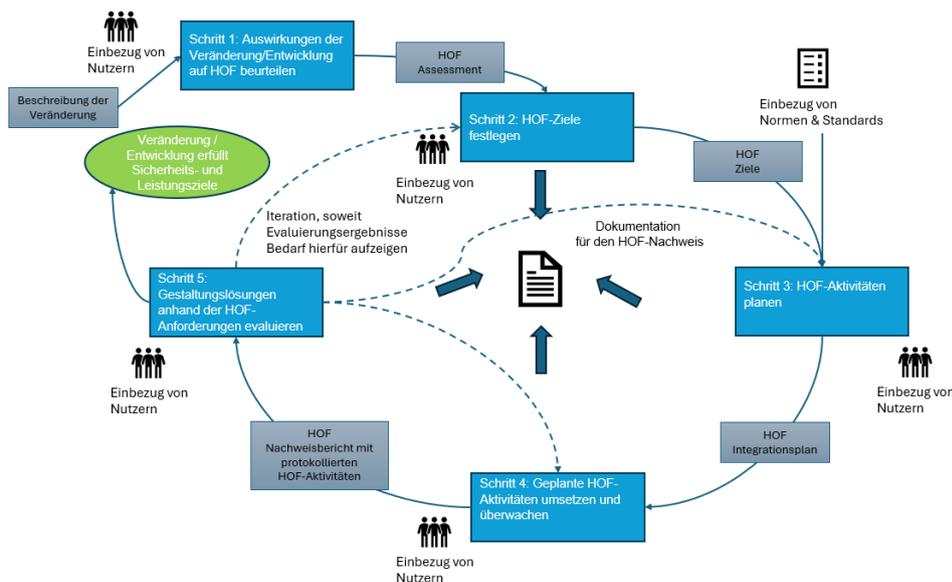


Abbildung 2: Darstellung der Integration von HOF in Entwicklungsphasen (Quelle: ERA, angepasst)

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte im Detail beschrieben.

HOF-Aktivität	Ziel	Inhalt	Resultat
Schritt 1: Auswirkungen der Veränderung/Entwicklung auf HOF beurteilen			
MTO-orientierte Systembeschreibung erstellen	Es sollen ausreichend Informationen über das Arbeitssystem aus Sicht MTO vorliegen, um abschätzen zu können, wie sich die Veränderung auf das Arbeitssystem auswirkt.	Das Ist-System und das Ziel-System des Vorhabens sollen MTO-orientiert beschrieben werden.	<ul style="list-style-type: none"> • Systembeschreibung des Ist-Systems und des Soll-Systems • Beschreibung der Veränderungen in Bezug auf Rolle der Mitarbeitenden die Arbeitsumgebung, den Arbeitsinhalt, Arbeits- und Kommunikationsmittel, etc.
Auswirkungen der Veränderung auf HOF abschätzen	Potenzielle Risiken sollen identifiziert, analysiert und bewertet werden, die sich auf die Leistungsfähigkeit der Mitarbeitenden auswirken.	Anhand der Systembeschreibung wird eingeschätzt, inwieweit sich die Veränderung auf menschliche und organisatorische Faktoren auswirkt und welcher Bedarf an HOF-Aktivitäten daraus entsteht.	<ul style="list-style-type: none"> • Grobeinschätzung der Auswirkung der Veränderung auf HOF • Identifizierte HOF-Handlungsfelder
Schritt 2: HOF-Ziele definieren			
HOF-Ziele definieren	In Bezug auf die identifizierten Effekte werden HOF-Ziele definiert. Es werden Aussagen darüber getroffen, welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit die menschliche Leistungsfähigkeit sichergestellt ist.	Auf der Grundlage der identifizierten potenziellen HOF-Effekte der Veränderung werden HOF-Ziele in Bezug auf die menschliche Leistungsfähigkeit des Arbeitssystems formuliert.	<ul style="list-style-type: none"> • Definierte, beschriebene und priorisierte HOF-Ziele für die Leistungsfähigkeit des Arbeitssystems • Definierte Systemanforderungen
Schritt 3: HOF-Aktivitäten planen und umsetzen			
HOF-Integrationsplan erstellen	Es besteht ein HOF-Integrationsplan, der die gewählte Vorgehensweise in Bezug auf HOF beschreibt und detailliert festlegt, was wann und von wem zu tun ist.	Auf der Grundlage der Abschätzung der Auswirkung der Veränderung auf HOF werden die notwendigen HOF-Aktivitäten geplant, um die angestrebten HOF-Ziele zu erreichen.	<ul style="list-style-type: none"> • Geplante HOF-Aktivitäten und identifizierte relevante Standards • Dokumentiertes Vorgehen und der Resultate
Schritt 4: Gestaltungslösungen anhand der HOF-Anforderungen evaluieren			
HOF-Systemanforderungen prüfen	Es wird geprüft, ob das Vorhaben die Systemanforderungen an eine MTO-orientierte Gestaltung erfüllen.	Es werden im möglichst realen Umfeld der künftigen Anwendenden Daten erhoben, um Aussagen über die Erfüllung	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation des Erreichungsgrads der HOF-Systemanforderungen

HOF-Aktivität	Ziel	Inhalt	Resultat
		der Systemanforderungen/-ziele zu treffen.	
HOF-Einschätzung und Ableitung von HOF-Anwendungsbedingungen	Es wird beurteilt, inwieweit aus HOF-Sicht die Durchführung des Vorhabens so gestaltet ist, dass Risiken für unsichere Handlungen minimiert sind und menschliche Potentiale zum Tragen kommen können. Es werden Voraussetzungen zur Minimierung der HOF-bezogenen Risiken formuliert.	Es wird aufgrund der Ergebnisse der Untersuchung eine Gesamteinschätzung vorgenommen. Zur Minimierung von verbleibenden HOF-Risiken werden konkrete Massnahmen (z.B. hinsichtlich des Einsatzortes oder Einsatzdauer) getroffen	<ul style="list-style-type: none"> • Beurteilung des Vorhabens aus HOF-Sicht • Definierte HOF-Anwendungsbedingungen zur Umsetzung (bei Bedarf)
Schritt 5: Erstellung des HOF-Nachweisdokuments			
HOF-Aktivitäten über den gesamten Entwicklungs- und Veränderungsprozess dokumentieren	Das HOF-Nachweisdokument zeigt auf, dass HOF-Risiken und -Potentiale in strukturierter Weise analysiert und bewertet sowie daraus Gestaltungsanforderungen abgeleitet wurden.	Es werden die Schritte 1-5 der HOF-Aktivitäten (inkl. Methodik und Resultate) dokumentiert.	<ul style="list-style-type: none"> • HOF-Nachweisbericht

3.2. Die Integration von HOF am Beispiel des RAMS-Prozesses (EN 50126)

RAMS ist das Akronym für Reliability, Availability, Maintainability, Safety, was auf Deutsch Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit bedeutet. Das RAMS-Konzept wird verwendet, um die Leistung, Zuverlässigkeit und Sicherheit von Systemen zu bewerten. Die EN 50126 beschreibt den Sicherheitsmanagementprozess zur Lenkung von RAMS bei Bahnanwendungen. Bei der Ermittlung von Faktoren, die die RAMS-Leistungsmerkmale von Bahnsystemen beeinflussen, wird in der Norm den menschlichen Faktoren eine hohe Bedeutung zugeschrieben (EN 50126-1, Kapitel 5.6.4).

Das BAV gibt in den AB - EBV vor, dass Normen bezüglich Eisenbahnanwendungen des CENELEC zu konsultieren sind. Die EN50126 wird somit bei einer Vielzahl von technischen Entwicklungsvorhaben zur Anwendung kommen. Daher bietet es sich an, die HOF-Integration im Sicherheitsnachweis im Rahmen des Lebenszyklusmodells zu planen und durchzuführen. Auch für Vorhaben, für die die Anwendung der EN 50126 nicht zwingend ist, kann es sinnvoll sein, die verschiedenen Schritte anzuwenden, um HOF systematisch und nachweisbar zu integrieren.

Der Fokus des RAMS-Prozesses liegt auf der Minderung der Häufigkeit des Auftretens von Fehlern und/oder ihrer Folgen über den gesamten Lebenszyklus, der in einem V-Modell

dargestellt ist. Der abwärts gerichtete Ast (linke Seite) betrifft die Phasen von der Entwicklung bis einschliesslich der Herstellung, der aufwärts gerichtete Ast (rechte Seite) hingegen bezieht sich auf die Phasen von der Betriebseinführung bis zur Instandhaltung.

In der EN 50126 kommt die Erwartung zum Ausdruck, dass HOF vollständig berücksichtigt wird. Jedoch wird im Gegensatz zu den technischen Aspekten nicht veranschaulicht, wie die HOF-Integration in den einzelnen Phasen ausgestaltet werden könnte. In diesem Leitfaden werden nachfolgend konkrete Beispiele gegeben, wie die HOF-Aktivitäten konkret in die einzelnen CENELEC-Phasen integriert werden könnten.

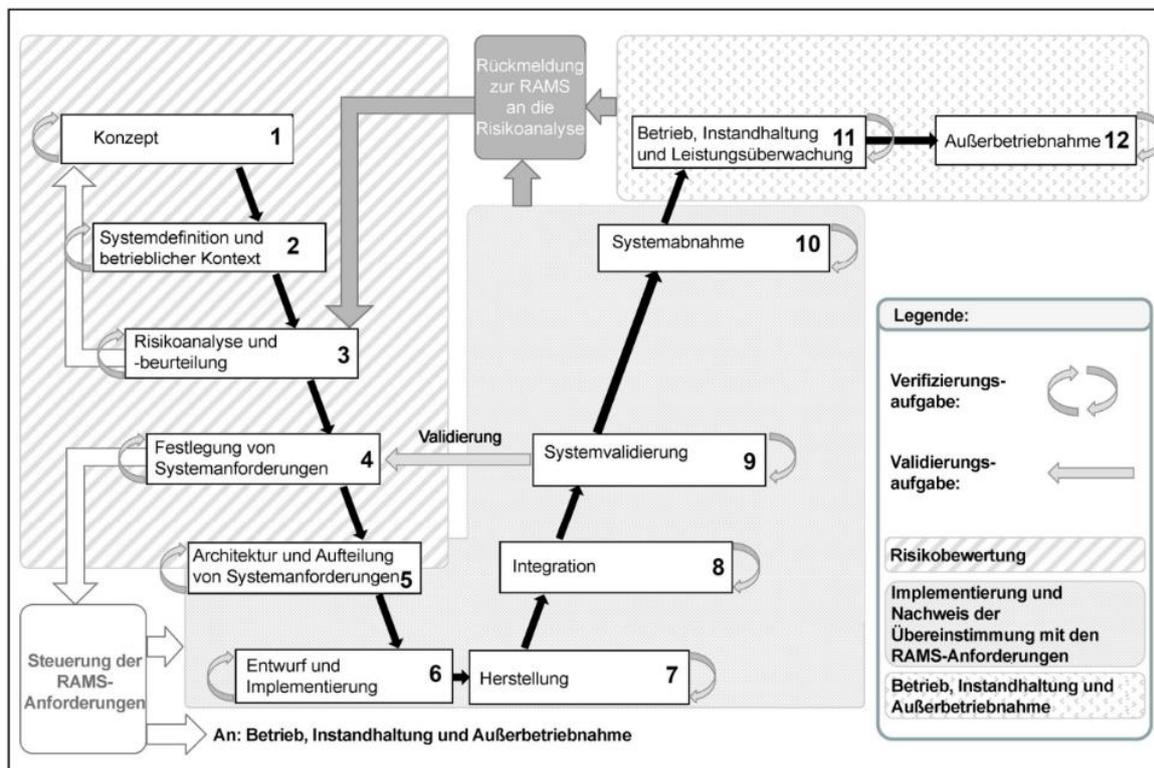


Abbildung 3: Darstellung des V-Zyklus aus EN 50126-1

CENELEC-Phase	Ziel der CENELEC-Phase	Aktivitäten zur HOF-Integration
Phase 1: Konzept	Entwicklung eines ausreichenden Verständnisses des Systems, um die korrekte Erfüllung aller nachfolgenden RAMS-Lebenszyklusaktivitäten sicherzustellen	<ul style="list-style-type: none"> MTO-orientierte Beschreibung des soziotechnischen Systems (Ist und Soll) Identifikation der relevanten normativen Vorgaben sowie der betriebsrelevanten Regeln (Vorschriften, Arbeitsanweisungen, etc.)
Phase 2: Systemdefinition und betrieblicher Kontext	Definition des Systems, der Systemgrenzen sowie Festschreiben der Betriebsanforderungen mit Einfluss auf das System; Definition des RAMS-Plans und des Sicherheitsplans	<ul style="list-style-type: none"> Präzisierung der MTO-orientierte Beschreibung des soziotechnischen Systems (Ist und Soll) Systemdefinition aus organisatorischer und technischer Sicht Einschätzung der Auswirkungen der Veränderung auf HOF

CENELEC-Phase	Ziel der CENELEC-Phase	Aktivitäten zur HOF-Integration
Phase 3: Risikoanalyse und -beurteilung	Identifikation und Klassifikation der mit dem System verbundenen Gefährdungen/RAM-Äquivalente	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung eines HOF-Integrationsplans • Identifikation und Beurteilung von HOF-Risiken in Kombination mit technischen Risiken • Identifikation und Einschätzung von möglichen physischen und psychischen Gefährdungen • Bewertung von Auswirkungen von Szenarien/Gestaltungsvarianten (z.B. mittels soziotechnischer Simulation)
Phase 4: Festlegung von Systemanforderungen	Festlegung der übergreifenden RAMS-Anforderungen und des Nachweisprozesses für die RAMS des Systems	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung der HOF-Ziele / HOF-Anforderungen • Beschreibung des Vorgehens, wie die Erfüllung der HOF-Anforderungen nachgewiesen werden soll • Ggf. Ableitung von Anwendungsbedingungen
Phase 5: Architektur und Ableitung von Systemanforderungen	Entwicklung und Zuweisung der Systemarchitektur an die Subsysteme; Festlegung der RAMS-Anforderungen und der Abnahmekriterien für den Nachweis der Erfüllung der RAMS-Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung der HOF-Ziele/ HOF-Anforderungen • Beschreibung des Vorgehens, wie die Erfüllung der HOF-Anforderungen nachgewiesen werden soll • Ggf. Ableitung von Anwendungsbedingungen
Phase 6: Entwurf und Implementierung	Erstellung von Subsystemen und Komponenten; Nachweis der Erfüllung der RAMS-Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation und Nachweis der Erfüllung der HOF-Ziele / HOF-Anforderungen • Ggf. Ableitung von Anwendungsbedingungen
Phase 7: Herstellung	Herstellung der Subsysteme und Komponenten sowie Erstellung und Anwendung von RAMS-zentrierten Massnahmen.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation der Umsetzung der HOF-zentrierten Anforderungen
Phase 8: Integration	Zusammenbau und Installation des integrierten Systems sowie Nachweis der Erfüllung der RAMS-Anforderungen.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation und Nachweis der Erfüllung der HOF-Ziele/Anforderungen im realen Arbeitskontext
Phase 9: Systemvalidierung	Sicherstellung der Übereinstimmung des Systems mit den festgelegten RAMS-Anforderungen.	<ul style="list-style-type: none"> • Validierung der der Übereinstimmung des Systems mit den festgelegten HOF-Anforderungen • Evaluation und Nachweis der Erfüllung der HOF-

CENELEC-Phase	Ziel der CENELEC-Phase	Aktivitäten zur HOF-Integration
		Ziele/Anforderungen im realen Arbeitskontext
Phase 10: Systemabnahme	Beurteilung der Übereinstimmung des Systems mit den RAMS-Anforderungen und Vorbereitung der Inbetriebnahme.	<ul style="list-style-type: none"> • Beurteilung der Übereinstimmung des Systems mit den HOF-Anforderungen
Phase 11: Betrieb, Instandhaltung und Leistungsüberwachung	Sicherstellung der Übereinstimmung des Systems mit den RAMS-Anforderungen während des Betriebs.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoring von HOF-Leistungsmerkmalen im Betrieb und bei Veränderungen • Sicherstellung der Übereinstimmung des Systems mit den HOF-Anforderungen während des Betriebs
Phase 12: Ausserbetriebsetzung	Steuerung der RAMS-bezogenen Auswirkungen, die sich aus den Aufgaben der Außerbetriebsetzung und Entsorgung des Systems ergeben.	<ul style="list-style-type: none"> • Steuerung der HOF-bezogenen Auswirkungen der Ausserbetriebsetzung und Entsorgung

3.3. Zwei Ansätze für HOF-Beurteilungskriterien

Für die Integration von menschlichen und organisationalen Faktoren ist es hilfreich, HOF-Beurteilungskriterien heranzuziehen. Mittels dieser Beurteilungskriterien können die Auswirkungen der Veränderung auf menschliche und organisationale Faktoren sowie die damit verbundenen Risiken und Gefährdungen möglichst objektiv beurteilt werden. Sie unterstützen auch dabei, HOF-orientierte Gestaltungsziele für Entwicklungsvorhaben zu formulieren. In den vorhergehenden Abschnitten stand das "Wie?" der HOF-Integration im Vordergrund, in diesem Kapitel wird auf das "Was?" der HOF-Integration fokussiert. Es gibt verschiedene wissenschaftliche Ansätze, um menschliche und organisatorische Faktoren zu analysieren und zu bewerten. Im Folgenden wird auf zwei Ansätze eingegangen, die sich in der Praxis bewährt haben.

3.3.1. Human Factors Prüfkriterien (DLR/SBB)

Die «Human Factors Prüfkriterien» bieten eine Hilfe zur Identifikation und Priorisierung von HF-Handlungsfeldern. Darüber hinaus werden geeignete bewährte Methoden für die Bearbeitung der HF-Handlungsfelder beschrieben.

Es werden dabei acht Prüfkriterienbereiche unterschieden:

1. Im Rahmen der Gestaltung des Arbeitsinhalts und der Arbeitsaufgabe wird gefordert, dass Aufgaben mit einem Fokus auf die Mitarbeitenden und nicht auf den Anforderungen der Technik gestaltet werden. Bei der Definition von Aufgaben sollten also die künftige Rolle der Mitarbeitenden sowie die Bedürfnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten der Mitarbeitenden berücksichtigt werden, um

- zufriedenstellende, menschenwürdige Arbeitsaufgaben mit einer angemessenen Arbeitsaufteilung zwischen Mitarbeitenden und der Technik zu erreichen.
2. Die *Belastung und Beanspruchung* beziehen sich auf das Ausmass der objektiven, messbaren Anforderungen, die eine Aufgabe mit sich bringt (Belastung) beziehungsweise auf die subjektive Bewertung der Mitarbeitenden, welche Beanspruchung aus einer Aufgabe resultiert. Wird die *Belastung und Beanspruchung* bei der Gestaltung von Arbeitsaufgaben berücksichtigt, stellt dies sicher, dass die Aufgabenanforderungen die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Mitarbeitenden nicht überschreiten. Zudem werden negative Auswirkungen einer Über- oder Unterbelastung und -beanspruchung vermieden.
 3. Durch eine menschenzentrierte *Gestaltung der Arbeitsumgebung* sollen negative Effekte der Arbeitsumgebung auf die Gesundheit, die Sicherheit und das Wohlbefinden der Mitarbeitenden minimiert werden. So bleiben die Fähigkeit und Bereitschaft zur Durchführung der jeweiligen Aufgaben bei den Mitarbeitenden erhalten. Relevant für die Gestaltung der Arbeitsumgebung sind immer auch die subjektiven Bewertungen der Mitarbeitenden sowie die Passung der Mitarbeitenden zu den Rahmenbedingungen der Arbeitsumgebung.
 4. Der Prüfkriterienbereich *Gebrauchstauglichkeit der Arbeitsmittel und Kommunikationsmittel* ist definiert als das Ausmaß, in dem ein System, ein Produkt oder eine Dienstleistung durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen. Werden Arbeits- und Kommunikationsmittel gebrauchstauglich gestaltet, können damit zum Beispiel Nutzungsfehler reduziert und die Sicherheit erhöht werden, zudem werden die Nutzerzufriedenheit, Effizienz und Effektivität gesteigert.
 5. Der Prüfkriterienbereich *Personalorganisation* hat zum Ziel, eine optimale Leistung der Mitarbeitenden zu erreichen, indem eine Passung zwischen den Fähigkeiten und Fertigkeiten von Mitarbeitenden und den zu erledigenden Aufgaben sichergestellt werden. Zudem sollte die Personaleinsatzplanung unter Berücksichtigung von Personalkompetenzen sowie Ermüdung, Belastung und Beanspruchung erfolgen.
 6. Eine *Ermittlung der Anforderungen an das soziotechnische System* ist immer die Voraussetzung für eine Systemveränderung oder Neugestaltung. Um ein System so gestalten zu können, dass Veränderungen die gewünschten positiven Auswirkungen haben, muss ein umfassendes Verständnis des Systems vorliegen. Im Rahmen einer Anforderungsermittlung sind zum Beispiel die Aufgaben im System relevant, die Umgebung, in die ein System eingebettet ist, sowie die Probleme oder Risiken in bestehenden Systemen, die in Weiterentwicklungen behoben und berücksichtigt werden sollten.
 7. Die Umsetzung von Veränderungen im Rahmen eines *menschenzentrierten, iterativen Prozesses* stellt sicher, dass die Mitarbeitenden und ihre Bedürfnisse und Anforderungen mit einbezogen werden. Dabei sollten die Bedürfnisse der Mitarbeitenden in jedem Prozessschritt berücksichtigt werden: In der Anforderungserhebung, der Umsetzung sowie der Evaluation und Bewertung.
 8. Abschließend sollten im Rahmen einer Integration von HF in Projekten auch immer die relevanten *Human Factors-Gestaltungs- und Ergonomierichtlinien* berücksichtigt werden.



Abbildung 4: Human Factors-Prüfkriterienbereiche

Die «Human Factors Prüfkriterien» beinhalten drei Ebenen:

1. Auf der obersten Ebene erfolgt eine Beschreibung des Zielsystems, dass angestrebt wird.
2. Anschliessend erfolgt die Auswahl der relevanten Prüfkriterienbereiche für das Erreichen der Zielvision.
3. Schliesslich erfolgt die konkrete Planung der konkreten Aktivitäten für die Integration von Human Factors-Prüfkriterienbereichen.

In Bezug auf den Nachweisprozess wird mit dieser Methodik nachvollziehbar, auf welcher Grundlage Human Factors Handlungsfelder analysiert, bewertet und priorisiert wurden. Ziele und Ergebnisse der einzelnen HF-Aktivitäten werden systematisch aufgezeigt.

3.3.2. Das 5x5 HOF-Modell der ERA

Das 5x5 Modell der ERA unterscheidet zwischen dynamischen und statischen Faktoren sowie zwischen Faktoren, die eher mit der Situation oder dem Personal zusammenhängen.

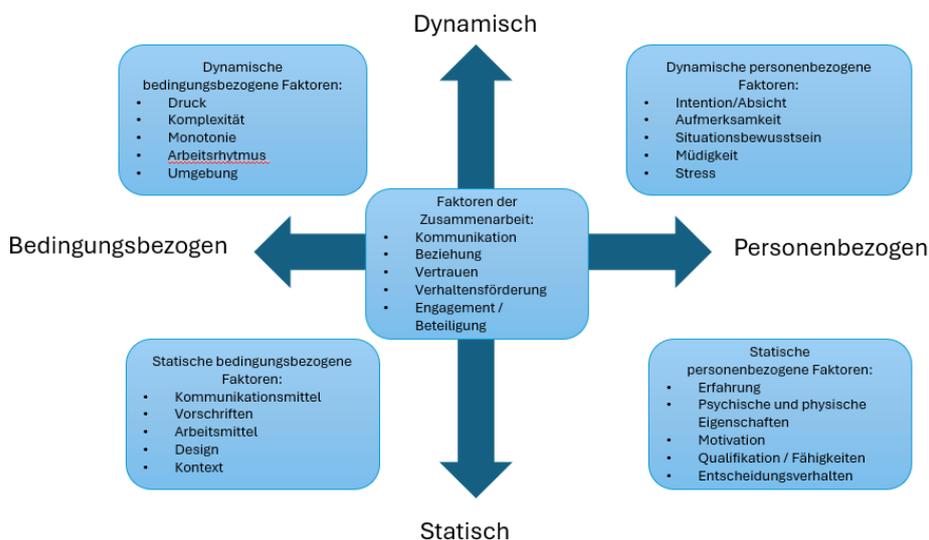


Abbildung 5: 5x5 HOF-Modell (Quelle: ERA)

Folgende 5 Gruppen von Faktoren werden dabei unterschieden:

- Dynamische situative Faktoren: Auswirkung der Veränderung auf Zeitdruck, psychischen Druck, Komplexität, Monotonie, Arbeitsrhythmus oder der Arbeitsumgebung
- Dynamische personelle Faktoren: Auswirkungen auf die Intention/Absicht, die erforderliche Aufmerksamkeit, Müdigkeit, Stress oder das Situationsbewusstsein

- Statische situative Faktoren: Auswirkungen auf Vorgaben, Kommunikationsmittel, Aufgabengestaltung/Gestaltung von Arbeitsmitteln oder gesellschaftliche/institutionelle Veränderungen
- Dynamische situative Faktoren: Auswirkungen auf die Arbeitsfähigkeit, die erforderlichen Fähigkeiten (einschließlich nichttechnischer Fähigkeiten) oder die Motivation und das Engagement der Mitarbeitenden
- Interpersonelle Faktoren: Auswirkungen auf den Inhalt der Kommunikation, die zwischenmenschlichen Beziehungen, das Vertrauen, die Verstärkungsfunktion oder die Beteiligung

Auf [HOF in Change Management | European Union Agency for Railways](#) steht ein Leitfaden zur Verfügung, der ein Vorgehen für die systematische Integration von HOF in Veränderungsprojekte beschreibt. Darüber hinaus kann ein Excel-Tool heruntergeladen werden, mit dem ein Vorhaben mittels Leitfragen konkret auf seine Auswirkungen auf die im 5x5 Modell erwähnten HOF-Faktoren geprüft werden kann.

4. Nachweis der HOF-Integration

4.1. Notwendigkeit und Verbindlichkeit des Nachweises der HOF-Integration

Gemäss Anforderung 4.6.1. der Verordnung (EU) 2018/762 müssen Eisenbahnunternehmen (EBU) nachweisen, dass sie über einen systematischen Ansatz zur Einbeziehung menschlicher und organisatorischer Faktoren in das Sicherheitsmanagementsystem verfügen. Dies gilt auch für Änderungsvorhaben, welche keine Verfahren erfordern (z.B. nichttechnischer Natur), aber dennoch sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Organisation und somit auf die Mitarbeitenden haben können. Bei Entwicklungsprojekten mit Zulassungsverfahren (Anlagen, Systeme und Rollmaterial usw.) soll der HOF-Nachweis in den geforderten Sicherheitsnachweis innerhalb der Nachweisführung integriert werden.

Die Art und der Umfang, wie die EBU die HOF in Veränderungs- und Entwicklungsprozessen umsetzen, hängt von der Grösse und der Komplexität des Unternehmens ab und ist im jeweiligen SMS individuell zu steuern. Aufgrund der Eigenartigkeit jedes SMS wird auf eine Auflistung von Veränderungsprojekten verzichtet, welche einen HOF Nachweis erfordern. Die Frage des HOF-Nachweises bleibt in der Verantwortung des EBU.

Das Eisenbahnunternehmen definiert selbst das Vorgehen, wie es HOF systematisch in das Änderungsmanagement miteinbezieht und wie es die Verbindlichkeit innerhalb des Unternehmens gegenüber HOF-Empfehlungen sicherstellt. Für Entwicklungsprojekte mit Zulassungsverfahren wird der HOF-Nachweis von der Aufsichtsbehörde geprüft. Werden im HOF-Nachweis Anwendungsbedingungen definiert, dann müssen diese beim Einsatz der Produkte und Systeme eingehalten werden.

4.2. Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung

In Änderungsvorhaben sind gewöhnlich eine Vielzahl von Rollen mit unterschiedlichen Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung beteiligt. Im untenstehenden Beispiel wird aufgezeigt, wie die Aufgaben in Bezug auf die HOF-Aktivitäten verteilt sein können. Die Auflistung ist nicht abschliessend und kann je nach Art des Vorhabens unterschiedlich ausgestaltet sein. Die Rollen können sich auch überschneiden, falls zum Beispiel eine Projektleiterin bei entsprechenden Kompetenzen die Rolle der HOF-Spezialistin einnehmen kann. Es ist jedoch wichtig, die Rollen und Verantwortlichkeiten in Bezug auf HOF in Bezug auf das Entwicklungs- oder Veränderungsvorhaben zu klären und festzulegen.

Beispiel für die Rollenverteilung Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung für die Integration von HOF in ein Vorhaben:

	Aufgaben	Kompetenzen	Verantwortung
Aufsichtsbehörde	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung des Nachweises • Vorgaben stellen • Ansprechpartner bei Fragen/ Unklarheiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Gesetzliche Grundlagen • HOF- und Methodische Kenntnisse 	Gutheissen oder ablehnen eines Nachweises
Auftraggebende	<ul style="list-style-type: none"> • Bereitstellen von Ressourcen 		
Projektleitung	<ul style="list-style-type: none"> • Steuerung Projekt • Auftrag / Zugang zur Thematik • Integration von HOF-Aktivitäten in die Planung und ggf. weitere Projektphasen. • Entscheid HOF-Nachweis (ja/nein) 	<ul style="list-style-type: none"> • Steuerung Projekt • Kenntnisse über HOF-Nachweisprozess und Ansprechpersonen 	<ul style="list-style-type: none"> • Entscheid HOF-Nachweis (ja/nein) (gemäss Vorgaben)
HOF-Fachspezialist:in	<ul style="list-style-type: none"> • Planung und Durchführung HOF-Arbeiten • Analyse und Interpretation der Daten und Ergebnisse 	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über Methoden und deren Durchführung* • HOF-Kenntnisse 	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung der Arbeiten • Entscheid über Methodenauswahl und Auswertung • Interpretation der Daten und Schlussfolgerung
	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation der HOF-Arbeiten • Niederschreiben des HOF-Nachweises 	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über Methoden und deren Durchführung* • HOF-Kenntnisse 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluierung, ob Anforderungen an die Sicherheit, Gesundheit und Ergonomie im Sinne von HOF genügend erfüllt sind
Validierungsstelle	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung eines Validierungsberichtes 	<ul style="list-style-type: none"> • HOF-Kenntnisse 	<ul style="list-style-type: none"> • Feststellung, dass HOF-Anforderungen richtig festgelegt wurden

	Aufgaben	Kompetenzen	Verantwortung
			<ul style="list-style-type: none"> Feststellung, ob die im Projekt gestellten HOF-Anforderungen erfüllt wurden
Verifikationsstelle	<ul style="list-style-type: none"> Erstellung eines Verifikationsbericht 	<ul style="list-style-type: none"> Know-How über Prozess Entscheid, ob Phase erfüllt ist 	<ul style="list-style-type: none"> Prüfung, ob Anforderungen an einzelne Phasen erfüllt sind

* Für die Auswahl und Anwendung geeigneter Methoden wird Fachwissen über menschliche und organisatorische Faktoren benötigt. Dieses Fachwissen kann aus verschiedenen Bereichen stammen, wie z. B. aus der experimentellen Psychologie, dem Wirtschaftsingenieurwesen, der Arbeits- und Organisationspsychologie, der Soziologie, der Wirtschaftspsychologie, der User Experience, der Managementwissenschaft, «cognitive engineering», der Ergonomie, der Informatik, der Sicherheitstechnik, etc..

4.3. Zeitpunkt und Form des HOF-Nachweises

Der HOF-Nachweis soll bei laufenden Zulassungsverfahren (Anlagen, Systeme und Rollmaterial usw.) in den geforderten Sicherheitsnachweis innerhalb der Nachweisführung integriert werden. Wichtig ist, dass die HOF bereits früh in den verschiedenen CENELEC-Phasen berücksichtigt werden. Dabei sind besonders die Phasen 1-5 (Konzept – Zuteilung der Systemanforderung), sowie die Phasen 6-10 für den Nachweis zur Erfüllung der HOF-Anforderungen relevant. Bei Änderungsvorhaben, welche keine Verfahren erfordern (z.B. nichttechnischer Natur), aber dennoch sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Organisation und somit auf die Mitarbeitenden haben, sollte die HOF-Integration ebenfalls systematisch und nachvollziehbar dokumentiert werden.

5. Fazit

Die systematische und nachweisbare Integration von Human & Organisational Factors (HOF) in Veränderungs- und Entwicklungsprozessen ist von entscheidender Bedeutung für die Sicherheit und Effizienz des Bahnbetriebs. Durch die Berücksichtigung des Zusammenspiels zwischen Mensch, Technik und Organisation können Risiken frühzeitig identifiziert und minimiert werden sowie die Potentiale der Veränderung ausgeschöpft werden.

Der in diesem Leitfaden beschriebene Ansatz zeigt auf, wie mittels eines strukturierten Vorgehens HOF in der Praxis von Beginn frühzeitig und kontinuierlich integriert werden kann. Der Leitfaden kann als Nachschlagewerk dienen, um die HOF-Integration in allen Phasen eines Projekts sicherzustellen und den formellen Nachweis der HOF-Integration zu erleichtern. Abschliessend bleibt festzuhalten, dass der Umfang der Analyse je nach Vorhaben unterschiedlich ausfallen kann. Je nach Fragestellung oder Verfügbarkeit von Ressourcen für HOF-Ressourcen kann es sinnvoll sein, auf die Dienstleistung von Hochschulen bzw. externen HOF-Experten zurückzugreifen.

Die systematische HOF-Integration ist nicht nur ein Beitrag zur Erfüllung regulatorischer Vorgaben, sondern auch ein wichtiger Schritt hin zur Förderung eines menschenzentrierten, sicheren und leistungsfähigen Bahnbetriebs.