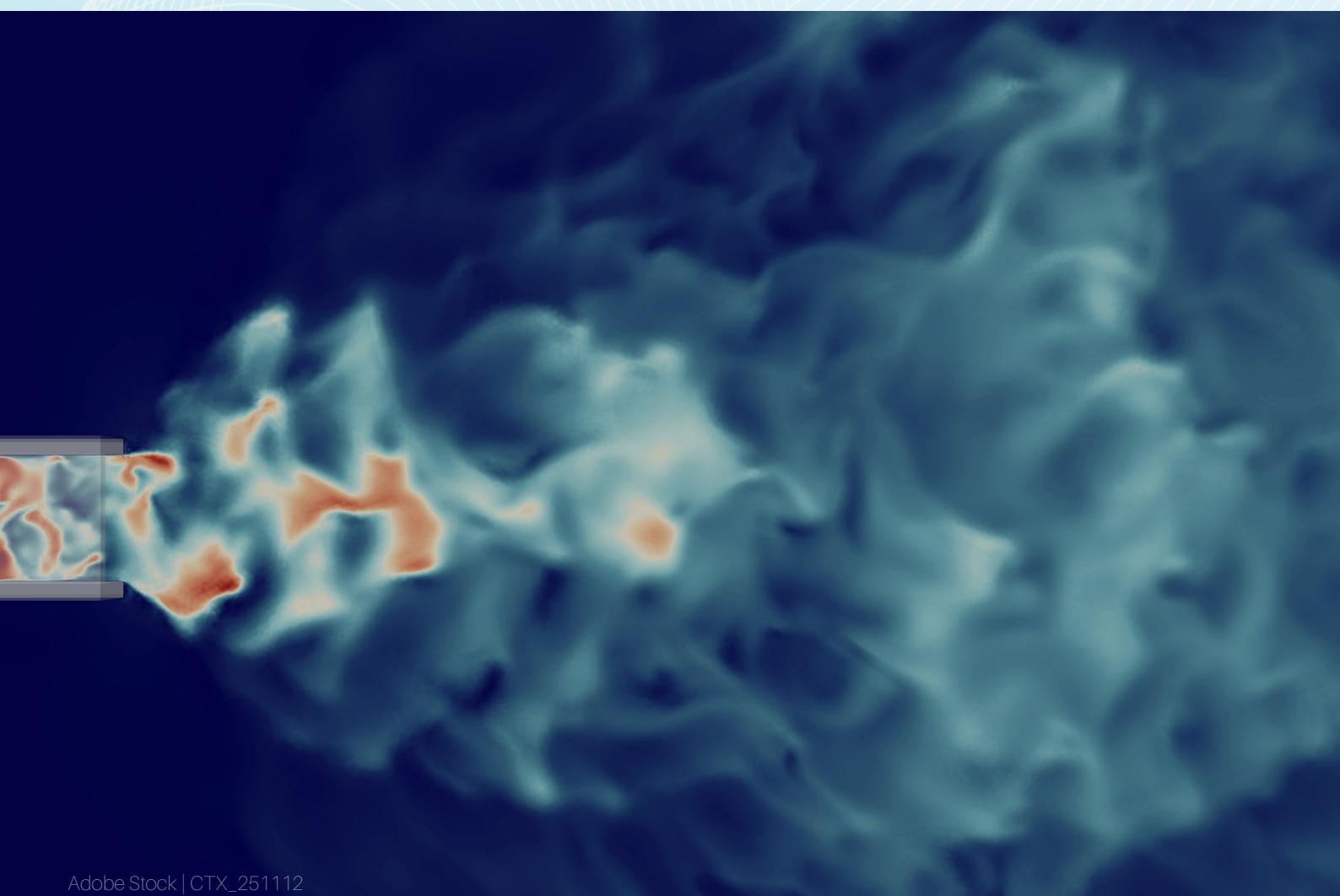


Praxisleitfaden KI & Simulation

Vom innovativen Werkzeug zur praktischen
Anwendung in industriellen Simulationsumgebungen



Vorwort

Die industrielle Simulation steht an einem **Wendepunkt**. Jahrzehntelang galten numerische Verfahren als das Maß aller Dinge. Nun bringt die künstliche Intelligenz (KI) Bewegung in die Welt der Simulation. Sie eröffnet neue Perspektiven, wie komplexe Systeme **dynamisch, lernfähig und nahezu in Echtzeit** verstanden und optimiert werden können.

Sechs Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen arbeiten im Rahmen der Initiative K*Transfer an konkreten Anwendungsfällen. Im Mittelpunkt steht dabei der offene Erfahrungsaustausch: Wo stehen wir beim Thema KI in der Simulation? Welche Chancen, aber auch Hürden gibt es in der Umsetzung? Und wie lassen sich klassische Simulationsmodelle gezielt durch KI ergänzen, um die Performance zu steigern und ganz neue Anwendungsfälle zu erschließen?

Die sparte.industrie der Wirtschaftskammer Oberösterreich unterstützt dieses Projekt aktiv im Rahmen ihrer Initiative KI*Transfer und setzt sich dafür ein, dass die wichtigsten Erkenntnisse gezielt in die Breite der oberösterreichischen Industrie getragen werden.



Als starker Standortpartner ist es uns ein Anliegen, Schlüsseltechnologien wie KI und Simulation gemeinsam mit den Leitbetrieben Oberösterreichs in die industrielle Praxis zu bringen. Die enge Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg ist dabei zentral für nachhaltige Innovation und Wettbewerbsfähigkeit.

Martin Bergsmann, Sprecher der Initiative KI*Transfer



Wir begreifen KI als Werkzeug, das unsere Entwicklungszyklen massiv beschleunigen kann - vorausgesetzt, wir lernen, es richtig zu nutzen. Der Austausch mit anderen Unternehmen hilft uns, rascher in die Umsetzung zu kommen.

Markus Huber-Lindinger, Managing Director EREMA



KI in der Simulation ist ein Gamechanger. Sie verwandelt Daten in Einsicht und Geschwindigkeit in Wettbewerbsvorteil. Linz hat das Potenzial, zum europäischen Hotspot für datengetriebene Simulation zu werden.

Johannes Brandstetter, JKU Associate Professor & Chief Scientist & Co-Founder EMMI AI

Inhalt

Vorwort	2
Inhalt	3
KI in der Simulation: Vom neuartigen Werkzeug zur strategischen Notwendigkeit?	4
Wann ist ein Unternehmen bereit für KI-Surrogatmodelle?	5
Business Case: Geschwindigkeit gegen Genauigkeit	5
ROI-Analyse greift zu kurz	5
Lohnende Usecases für KI-Surrogatmodelle	6
Beispiel: Design-Optimierung	6
Beispiel: Digitaler Zwilling.....	6
Beispiel: Angebotslegung bei Tiefziehen.....	7
Neue Horizonte: Anwendungsfälle jenseits der traditionellen Simulation.....	7
Kernkompetenz: Explizierbares Domänenwissen	7
Wie viele Trainingsdaten sind nötig?	8
Organisatorische Imperative	9
Finanzielle & operative Planung	9
Daten-Governance und Infrastruktur.....	9
Geistiges Eigentum und Datensicherheit	10
Akzeptanz, Integration und die Evolution der Expertise	10
Fazit: Sind Sie bereit für die nächste Stufe der industriellen Innovation?.....	11
Checkliste KI-Surrogatmodelle	12
Strategie & Wertschöpfung	12
Daten & Technologie.....	13
Organisation & Mensch	14
Praxisbeispiele	15
Rekonstruktion turbulenter Strömungen aus Sensordaten und Vorhersage seltener Extremzustände	15
Danksagung	16
KI*Transfer vernetzt Industrie und wissenschaftliche Partner	16

KI in der Simulation: Vom neuartigen Werkzeug zur strategischen Notwendigkeit?

Die numerische Simulation ist für viele Industriezweige ein etabliertes Werkzeug zur Optimierung von Produkten und Prozessen. Sie ermöglicht die Simulation von physikalischen Abläufen, die andernfalls nur durch teure physische Prototypen getestet werden können. Trotz ihrer unbestreitbaren Vorteile stößt die numerische Simulation an Grenzen, insbesondere durch ihren hohen Rechenaufwand, der schnelle Iterationen und Analyse von Designs erschwert.

An dieser Stelle tritt ein neues Paradigma: KI-gestützte Surrogatmodelle. Diese Modelle, trainiert auf den Daten bestehender numerischer Simulationen, können die rechenintensive Neuberechnung für definierte Anwendungsfälle ersetzen. Sie bieten eine drastische Reduzierung der Berechnungszeit und ermöglichen dadurch nicht nur eine Beschleunigung bestehender Prozesse, sondern eröffnen neue Anwendungsfelder und strategische Möglichkeiten. Dieser Leitfaden skizziert die Voraussetzungen, den Business Case und die strategische Dringlichkeit für die Implementierung von KI-Surrogatmodellen in industriellen Design- und Entwicklungsprozessen.

Kernaussagen

Die Einführung **KI-gestützter Surrogatmodelle** stellt einen grundlegenden Wandel in der Produktentwicklung dar. Sie ermöglicht nicht nur **eine deutliche Beschleunigung klassischer Simulationsprozesse**, sondern eröffnet **völlig neue Anwendungen wie Echtzeitregelung und generatives Design**.

Damit dieser Wandel jedoch tatsächlichen Wert schafft, braucht es mehr als leistungsfähige Algorithmen: Entscheidend ist ein Zusammenspiel aus **klarer strategischer Ausrichtung, technologischen Voraussetzungen, organisationaler Reife und einer innovationsfreundlichen Kultur**.

Führungskräfte müssen vor dem Start **drei zentrale Bereiche** klären:

1. **Strategie & Wertschöpfung** - Existiert ein klarer, strategisch relevanter und wirtschaftlich sinnvoller Anwendungsfall?
2. **Daten & Technologie** - Sind Daten, Infrastruktur, Governance und IP-Schutz ausreichend vorhanden und gesichert?
3. **Organisation & Mensch** - Ist die Organisation kulturell bereit, und gibt es einen Plan, um Vertrauen aufzubauen, neue Tools zu integrieren und Rollen weiterzuentwickeln?

Unternehmen, die diese Voraussetzungen erfüllen und konsequent handeln, werden nicht nur ihre **Simulationen optimieren**, sondern sich als **zukünftige Innovations- und Marktführer** positionieren.

Wann ist ein Unternehmen bereit für KI-Surrogatmodelle?

Nicht jeder Simulations-Use-Case ist in gleichem Maße für den Einsatz von KI-Surrogatmodellen geeignet. Unternehmen, die den größten Nutzen aus Surrogatmodellen ziehen werden, weisen einen hohen Reifegrad in ihren bestehenden Design- und IT-Prozessen auf. Es ist daher Voraussetzung, dass eine Organisation bereits eine robuste Kultur der numerischen Simulation etabliert hat.

Konkret bedeutet dies, dass Simulationswissen und erfahrene Expert:Innen schon heute im Unternehmen verankert sind. Die Firma setzt Simulationen nicht nur experimentell, sondern erfolgsbringend und prozessintegriert ein, um Anlagen, Maschinen oder Systeme zu simulieren. Daraus resultiert ein nachweisbarer, geldwerter Vorteil - sei es durch Effizienzsteigerungen beim Kunden, höhere Produktqualität, signifikante Materialersparnisse oder einen allgemein reduzierten Ressourceneinsatz.

Solcherart etablierte Prozesse können gut für das Erstellen von KI-Surrogatmodellen genutzt werden: so können im Idealfall bereits die vorhandenen Daten zum Training verwendet werden bzw. das Prozesswissen zum Erzeugen spezifischer Trainingsdaten eingesetzt werden.

Business Case: Geschwindigkeit gegen Genauigkeit

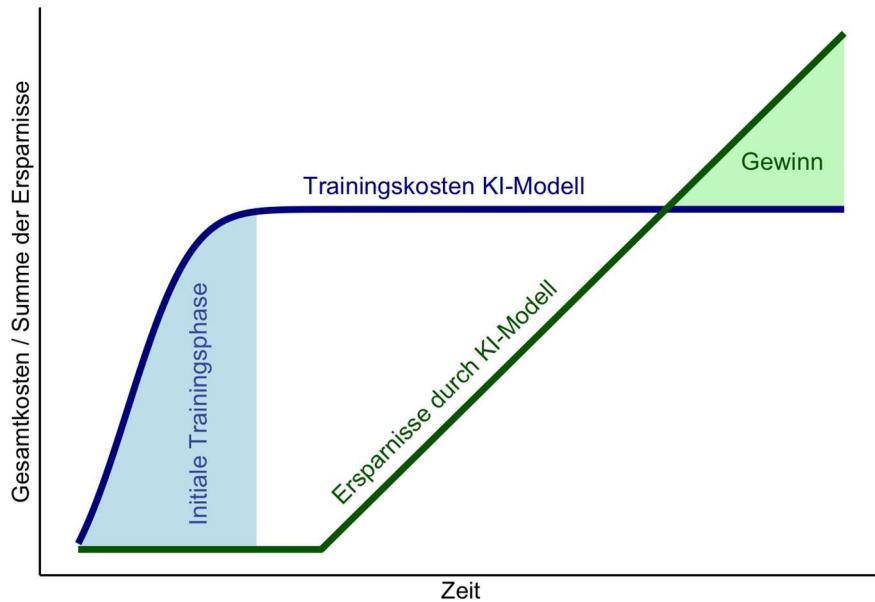
Der Kernvorteil eines KI-Surrogatmodells liegt im bewussten Tausch von höchstmöglicher Genauigkeit gegen eine massive Steigerung der Geschwindigkeit. Ein Business Case liegt dann vor, wenn dieser Geschwindigkeitsvorteil einen messbaren Mehrwert generiert:

- Können durch die schnellere Simulation mehr Designvarianten in kürzerer Zeit validiert werden?
- Ermöglicht die Geschwindigkeit eine bessere Ressourcennutzung oder eine höhere Qualität?

Wenn ja, könnten die notwendigen Investitionen in die Entwicklung von KI-Modellen gerechtfertigt sein. Bedenken Sie also, dass dem Geschwindigkeitsgewinn im Endausbau der initiale Aufwand beim Training gegenüberzustellen ist.

ROI-Analyse greift zu kurz

Aufgrund der vergleichsweise hohen Initialaufwände ist jedem Projekt eine Business-Case-Analyse zwingend voranzustellen. Sie sollten jedoch nicht nur einen kurzfristigen Return on Investment (ROI) betrachten. Mittel- und langfristige Ziele sowie Marktbewegungen sollten mit in die Planung einfließen. Die Entwicklung im Bereich der künstlichen Intelligenz schreitet exponentiell voran. Es ist davon auszugehen, dass Mitbewerber KI-Technologien implementieren und deren Vorteile nutzen werden. Unternehmen in Märkten mit hohem Innovationsdruck sollten sich daher vorausschauend die notwendigen Kompetenzen aneignen.



Der hohe Initialaufwand in der Trainingsphase muss durch Rechenzeiterersparnisse des KI-Surrogatmodells in der Nutzungsphase kompensiert werden.

Lohnende UseCases für KI-Surrogatmodelle

Beispiel: Design-Optimierung

Ein Unternehmen entwickelt Hochleistung-Ölpumpen. Der Entwicklungsprozess sieht derzeit numerische Simulationen und Prototypen vor der Serienproduktion vor. Die interne Entwicklungsabteilung will KI nutzen, um das Design weiter zu optimieren. Form, Funktion und Rahmenbedingungen für die Pumpen können gut parametrisiert werden. Für diese Parameter wird ein Surrogat-Modell trainiert. In Folge können eine Vielzahl an Designvarianten ausprobiert werden, um das Design der Pumpen zu optimieren. Die erwirtschafteten Umsätze dank besserer Pumpen ergeben ein hohes ROI für die initialen Trainingskosten des KI-Modells.

Mehrwert: Ein verbessertes Design stärkt die Wettbewerbsfähigkeit des Produkts.

Beispiel: Digitaler Zwilling

Ein Unternehmen will zu liefernde Anlagen mit einem digitalen Zwillingsmodell ausstatten, welches gleich mehrere Aufgaben erfüllt:

- Vorausschauende Wartung
- Vorhersage der Auswirkung von Betriebsparameter-Änderungen (für Bedienpersonal)
- Echtzeit-Vorhersage von Effizienz und Ressourcenbedarf

Numerische Simulationen sind zu langsam für diesen Anwendungsfall im Feld. Aus diesem Grund wird ein KI-Modell für den speziellen Anlagentyp trainiert - auf Basis von numerischen Simulationen, aber auch mit Messergebnissen vom Echtbetrieb solcher Anlagen. Einmal trainiert, kann das KI-Modell seine Vorhersagen innerhalb von Sekunden machen. Das Feature wird als zusätzliches Add-On zur Anlage verkauft.

Mehrwert: Das Surrogatmodell wird zum Teil des Produkts und ermöglicht neue Features.

Beispiel: Angebotslegung bei Tiefziehen

Ein Unternehmen bietet Tiefziehen von Blechen in großer Stückzahl als Dienstleistung an. Um ein Angebot auf eine Kundenanfrage hin zu legen, werden numerische Simulationen durchgeführt, um Materialfluss, Umformung und Versagen (bspw. Falten- und Rissbildung, Einschnürungen) vorherzusagen und optimale Prozessparameter zu bestimmen. Insbesondere die Parameter zu Niederhalterkraft und Ziehgeschwindigkeit haben wesentlichen Einfluss auf die Kosten der Serienproduktion. Exakte numerische Simulation ist zu langwierig für den Angebotsprozess. Die vereinfachte Simulation ist teilweise aber zu ungenau, sodass ein entsprechender Puffer auf das Angebot aufgeschlagen wird. Um dieses Problem zu beheben, wird nun ein KI-Surrogatmodell auf den Daten exakter Simulationen trainiert. In der Anwendung kann das Modell Vorhersagen zu den kostenrelevanten Prozessparametern in gewünschter Genauigkeit in Sekundenschnelle machen, ideal für die rasche Preisfindung bei Angeboten. Das Unternehmen kann so besser die Kosten der Produktion vorhersagen und konkurrenzfähiger Angebote legen.

Mehrwert: Mit dem Surrogatmodell können Angebote zügig und fundiert erstellt werden.

Neue Horizonte: Anwendungsfälle jenseits der traditionellen Simulation

Die wahre Innovationskraft von KI-Surrogatmodellen liegt in der Erschließung von Anwendungsfällen, die mit traditioneller Simulation undenkbar waren. Ein prominentes Beispiel sind Berechnungen in Echtzeit. Dies ermöglicht den Einsatz von Simulationsmodellen direkt in einer Kontroll- oder Regelschleife einer Maschine bzw. eines Prozesses und damit eine adaptive, intelligente Systemsteuerung im laufenden Betrieb.

Ein weiterer Ansatz ist die generative KI, die Prozesse „vom Ende her“ denkt. Ausreichend Trainingsdaten vorausgesetzt, kann ein generatives KI-Modell auf Basis eines spezifizierten, gewünschten Ergebnisses (z.B. maximale Effizienz bei minimalem Materialeinsatz) die dafür notwendigen Designparameter, Rahmenbedingungen oder Merkmale eines Systems selbstständig ableiten. Dies ist vergleichbar mit der Fähigkeit generativer Modelle, aus einer Textbeschreibung Bilder oder Musik zu erschaffen.

Kernkompetenz: Explizierbares Domänenwissen

Die größten Innovationsschritte finden dort statt, wo Unternehmen Problemstellungen so formulieren können, dass sie für ein KI-Modell verständlich und optimierbar sind. Dies erfordert vor allem die Definition einer präzisen Metrik, die das zu optimierende Ziel exakt beschreibt. Des Weiteren müssen mögliche Designvariationen bzw. veränderliche Rahmenbedingungen in Parametern quantifiziert werden. Diese Fähigkeit zur Abstraktion und mathematischen Formulierung setzt wiederum ein tiefes, detailliertes Domänenwissen voraus.

Das bedeutet: Firmen müssen ihr internes Know-how, insbesondere das Wissen ihrer Domänenexpert:inn:en, gezielt um KI-Wissen ausbauen. Erst die Symbiose aus menschlicher Expertise und maschineller Lernfähigkeit erzeugt einen Wettbewerbsvorsprung.

Es muss zudem Klarheit über die aktuellen Limitationen der Technologie herrschen. KI-Modelle für physikalische Simulationen können exzellent interpolieren, aber (noch) nicht gut extrapoliieren. Das heißt, sie können sinnvolle Schätzungen innerhalb des Designraums abgeben, den sie im Training gesehen haben. Außerhalb dieses Parameterbereichs sind ihre Vorhersagen nicht verlässlich. Die Modelle "verstehen" die

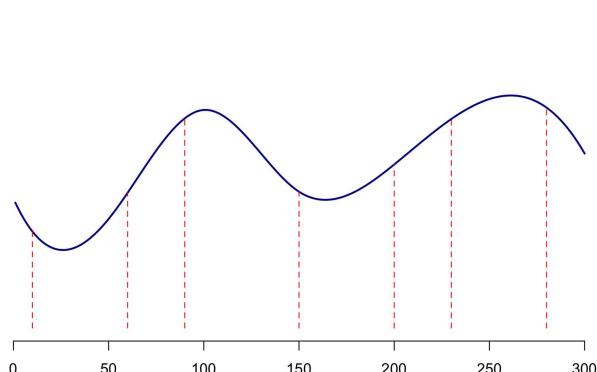
zugrundeliegende Physik nicht; sie lernen, makroskopische physikalische Effekte zu erkennen und auf verwandte Konstellationen zu übertragen.

Wie viele Trainingsdaten sind nötig?

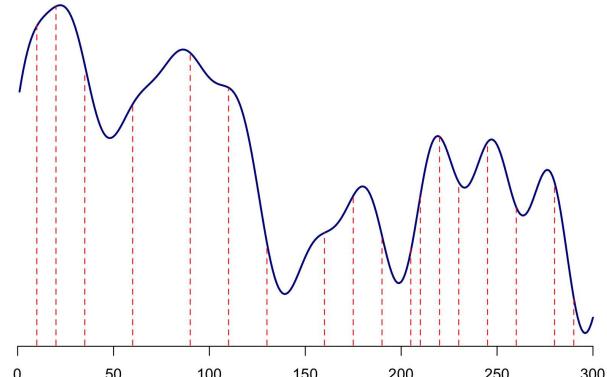
KI-Modelle müssen im ersten Schritt mit bestehenden Daten trainiert werden. Diese Daten müssen den gesamten Designraum umspannen, für den das trainierte Modell produktiv eingesetzt werden soll. Typischerweise werden diese Trainingsdaten mit vorhandenen CFD-Simulationsprogrammen berechnet, es können aber auch (gemessene) Echtdaten in das Training einfließen. Obwohl verschiedene Optimierungsstrategien verwendet werden können, liegt die Anzahl der Trainingsdaten typischerweise bei wenigen hundert bis zu vielen tausend Fällen.

Die genaue Anzahl hängt vom Anwendungsfall ab, von der geforderten Genauigkeit der Vorhersage und auch davon, wie stark sich die Zielgröße im Verhältnis zu den Parametern ändert. Die beiden folgenden Diagramme sollen das verdeutlichen: wenn sich, so wie links, die Kurve nur langsam ändert, dann sind weniger Trainingsdaten (rote Linien) notwendig, als wenn sich die Zielgröße schnell ändert. Anders ausgedrückt: Um die Meereshöhe für einen Punkt gut vorherzusagen, braucht es im Marchland weniger Trainingspunkte als im Dachsteingebirge.

Langsame Änderung: Wenige Trainingsdaten



Schnelle Änderung: Viele Trainingsdaten



Der Aufwand beim Training hängt maßgeblich von der gewünschten Genauigkeit und der Sensitivität der Zielgröße von den Eingangsparametern ab.

Organisatorische Imperative

Die Implementierung von KI ist mehr als ein Technologieprojekt; sie erfordert eine Firmenkultur der Innovation, die vom Management vorgelebt wird. Ohne die klare Unterstützung der Führungsebene und die Ausstattung mit entsprechenden Ressourcen wird eine Umsetzung nicht erfolgreich sein.

KI wird dann zu einem echten Wettbewerbsvorteil, wenn sie substanziell zu einem wertschöpfenden Geschäftsprozess beiträgt. Marktführer zeichnen sich durch KI-Innovationen aus, die den Produkt- oder Prozesskern betreffen und somit essenziell sind.

Finanzielle & operative Planung

Während die strategische Vision die Richtung vorgibt, erfordert die Umsetzung eine granulare finanzielle und operative Planung. Konkrete Budgetposten erlauben die realistische Bewertung der Rentabilität. Folgende Kostenfaktoren müssen quantifiziert werden:

- **Kosten der Datengenerierung:**
Trainingsdaten sind die wichtigste Ressource. Falls historische Simulationen nicht ausreichen, müssen die Kosten für die gezielte Erzeugung neuer Datenpunkte budgetiert werden. Dies umfasst den Aufwand für Expert:inn:en, Lizenzen für Simulationssoftware und Rechenzeit auf High-Performance-Computing (HPC) Clustern.
- **Personal und Kompetenzaufbau:**
Die Technologie erfordert oft neue oder erweiterte Kompetenzen. Es muss entschieden werden, ob spezialisierte Rollen wie Machine Learning Engineers oder Data Scientists mit Physikverständnis extern rekrutiert oder ob bestehende CFD-Expert:inn:en gezielt weitergebildet werden.
- **Infrastruktur und laufender Betrieb (MLOps):**
Die Anschaffung oder Anmietung von Hardware (Cloud, Co-Located, oder On-Premises) für das Training ist nur der Anfang. Für die Gesamtbetriebskosten mit einzurechnen ist der kontinuierliche Aufwand für den Betrieb, die Überwachung, Wartung und Aktualisierung der Modelle. Dies ist keine einmalige Projekt-Ausgabe, sondern ein wiederkehrender operativer Kostenblock.

Speziell hier sollten auch externe Partnerschaften mit spezialisierten Firmen in die Überlegungen mit einfließen:

- Welches **Wissen** soll **inhouse** bleiben?
- Wo sind **Kooperationen** sinnvoll?
- Was ist das **Kerngeschäft des Unternehmens**?
- Wo können **Leistungen** zugekauft werden?

Daten-Governance und Infrastruktur

Die Qualität und Verwaltung der Datenbasis sind das technologische Fundament des Erfolgs. Ein robustes Daten- und Technologiekonzept ist unabdingbar und umfasst drei Kernbereiche:

- **Daten-Governance und Qualitätssicherung:**
Es muss ein systematischer Prozess etabliert werden, um die Qualität und Integrität der Trainingsdaten sicherzustellen. Nach dem Prinzip "Garbage In, Garbage Out" würde ein auf fehlerhaften oder schlecht konvergierten CFD-Simulationen trainiertes Modell lediglich schnell falsche Ergebnisse liefern. Dies erfordert klare Standards für die Datenkuration, -bereinigung und -versionierung.

- **Entscheidung zum Technologie-Stack bzw. Partnerwahl:**
Unternehmen stehen vor der Wahl zwischen der Nutzung von Open-Source-Frameworks, dem Zukauf kommerzieller Plattformen mit integrierten KI-Funktionen, einer kompletten Eigenentwicklung oder der Partnerschaft mit externen spezialisierten Dienstleistern. Diese Entscheidung hat weitreichende strategische Implikationen für Kosten, Flexibilität, Vendor-Lock-in und die langfristige Wartbarkeit der Lösung.
- **Agiles Modell-Lebenszyklus-Management:**
Ein KI-Modell ist ein dynamisches Produkt. Wenn sich reale Bedingungen bzw. Anforderungen ändern, sind Anpassungen notwendig. Daher ist ein Prozess für den gesamten Lebenszyklus zu etablieren und die Qualität der KI-Ergebnisse kontinuierlich zu überwachen.

Geistiges Eigentum und Datensicherheit

Die (mit großem Ressourceneinsatz) erzeugten Simulationsdaten stellen in Kombination mit den daraus trainierten KI-Modellen ein hochsensibles und wertvolles Unternehmenskapital dar. Ihr Schutz ist eine strategische Aufgabe zur Sicherung des Wettbewerbsvorteils.

Das Management muss eine Strategie zum Schutz dieses geistigen Eigentums entwickeln. Kernfragen, die rechtlich und technisch geklärt werden müssen, sind:

- Wer hat das **juristische Eigentum** am finalen KI-Modell?
- Wie wird der Zugriff auf die **zugrundeliegenden, proprietären Datensätze** technisch und organisatorisch abgesichert?
- Wird das KI-Modell nur **intern angewandt** oder wird es als **Bestandteil einer Maschine/Anlage** ausgeliefert?

Akzeptanz, Integration und die Evolution der Expertise

Die Einführung von KI-Surrogaten ist zu einem erheblichen Teil auch ein Change-Management-Projekt.

- **Validierung schafft Vertrauen:**
Expert:inn:en und Entwickler:inn:en müssen den Ergebnissen eines KI-Modells, das oft als "Black Box" wahrgenommen wird, vertrauen können. Dieses Vertrauen muss durch Transparenz aufgebaut werden. Klare, gemeinsam definierte Metriken und eine offene Kommunikation über die Stärken und Schwächen des Modells sind hierfür entscheidend.
- **Nahtlose Prozessintegration:**
Die Akzeptanz hängt maßgeblich von der Benutzerfreundlichkeit (User Experience) ab. Die entscheidende Frage ist: Wie wird das Modell in die bestehenden Entwicklungs-Workflows integriert?
- **Evolution der Expert:inn:en-Rolle:**
Expert:inn:en werden mehr Zeit für komplexe Problemstellungen, die Interpretation von Ergebnissen und die strategische Planung von Simulationsprojekten aufwenden. Die Rolle wandelt sich von "Berechnungs-Operateur:inn:en" zu "Simulations-Strateg:inn:en".

Fazit: Sind Sie bereit für die nächste Stufe der industriellen Innovation?

Die Transformation von traditioneller Simulation hin zu KI-gestützten Surrogatmodellen ist ein Paradigmenwechsel mit dem Potenzial, die Regeln für Innovation und Effizienz in der Produktentwicklung neu zu schreiben. Dieser Weg eröffnet nicht nur eine Beschleunigung bestehender Prozesse, sondern ermöglicht auch völlig neue Anwendungsfelder wie Echtzeit-Regelkreise und generative Designansätze.

Der Weg von der Vision zur wertschöpfenden Realität ist jedoch anspruchsvoll und erfordert eine ehrliche und ganzheitliche Bestandsaufnahme. Der Erfolg hängt nicht allein von der Qualität der Algorithmen ab, sondern von der Symbiose aus strategischer Weitsicht, technologischer Exzellenz, organisatorischer Reife und einer Kultur, die den Wandel begrüßt.

Bevor Sie diesen Weg beschreiten, sollten Sie als Führungskraft Antworten auf folgende Fragen haben:

- **Strategie & Wertschöpfung:**
Haben wir einen klar definierten, wertschöpfenden Anwendungsfall und einen Business Case, der unsere strategische Marktposition stärkt?
- **Daten & Technologie:**
Verfügen wir nicht nur über die Daten, sondern auch über die Governance, die Infrastruktur und die IP-Schutzstrategien, um dieses digitale Kapital sicher und effektiv zu nutzen?
- **Organisation & Mensch:**
Ist unsere Kultur bereit für diese Innovation? Haben wir einen Plan, wie wir das notwendige Vertrauen schaffen, die neuen Werkzeuge nahtlos integrieren und die Rollen unserer Expert:inn:en weiterentwickeln?

Die Unternehmen, die diese Fragen heute umfassend beantworten und die daraus resultierenden Maßnahmen konsequent umsetzen, werden nicht nur ihre Simulationsprozesse optimieren. Sie werden die Grundlagen für die nächste Generation der industriellen Innovation legen und sich als Marktführer von morgen positionieren.

Checkliste KI-Surrogatmodelle

Die folgende Checkliste soll Ihnen zur Orientierung auf dem Weg zu KI-Surrogatmodellen dienen:

Strategie & Wertschöpfung

Leitfrage	Ergebnis
Ist ein klar definierter, wertschöpfender Anwendungsfall identifiziert?	
Ist der Anwendungsfall für KI-Surrogatmodelle geeignet?	
Wodurch entsteht die Wertschöpfung beim Einsatz eines KI-Surrogatmodells?	
Haben Sie Kosten, Risiken und Marktpotential abgeschätzt?	
Welches Return-On-Investment (ROI) soll erzielt werden?	
In welchem Zeithorizont sollen Ergebnisse zur Verfügung stehen?	
Wie sieht Ihre Strategie zum Schutz des geistigen Eigentums aus?	
Welche Teile sollen durch externe Partner umgesetzt werden?	
Welches Wissen soll im eigenen Unternehmen aufgebaut werden?	

Daten & Technologie

Leitfrage	Ergebnis
Wurde eine Entscheidung zum Technologie-Stack getroffen?	
Kann das zu optimierende Ziel präzise als Metrik formuliert werden?	
Können Rahmenbedingungen und andere variierende Merkmale der Simulation quantifiziert und formalisiert werden?	
Wie wird die Qualität und Integrität der Trainingsdaten sichergestellt?	
Gibt es klare Standards für Datenkuration, -bereinigung und -versionierung ?	
Sind die Kosten für Datengenerierung (Expert:inn:en, Lizenzen, Rechenzeit) sowie für das Training des Modells abgeschätzt?	
Wie soll das KI-Modell in bestehende Prozesse bzw. Systeme integriert werden?	

Organisation & Mensch

Leitfrage	Ergebnis
Wird Simulation bereits erfolgsbringend eingesetzt?	
Ist eine robuste Kultur der numerischen Simulation im Unternehmen etabliert?	
Sind Simulationswissen und erfahrene Expert:inn:en bereits im Unternehmen verankert?	
Gibt es eine gelebte Innovationskultur im Unternehmen?	
Wie kann der Erfolg des Projekts messbar und sichtbar gemacht werden, um Vertrauen bei Kund:inn:en und Mitarbeiter:inn:en zu erzeugen?	
Gibt es einen Plan für die Fortbildung der Expert:inn:en ?	
Wie kann ein Wissenstransfer von/zu externen Partnern gestaltet werden?	

Praxisbeispiele

Rekonstruktion turbulenter Strömungen aus Sensordaten und Vorhersage seltener Extremzustände

Industrieanlagen verfügen oft über eine beträchtliche Zahl an Sensoren, die verschiedene Größen wie Druck, Temperatur oder chemische Zusammensetzung einer Fluid-Phase messen. Allerdings sind die Messpunkte zumeist auf Randbereiche beschränkt und liefern somit keine vollständige 3D-Information. Aus diesem Grund sind numerische, datengestützte Modelle, die aus einer begrenzten Anzahl an Sensordaten den vollständigen inneren Zustand einer Anlage rekonstruieren können und gleichzeitig eine Vorhersage über dessen unmittelbare Entwicklung treffen, von großem Interesse.

Insbesondere turbulente Strömungen stellen hier eine große Herausforderung dar. Solche Extremzustände können mitunter prozesskritische Folgen haben, weshalb deren Vorhersage große Bedeutung zukommt.

Gemeinsam mit Emmi AI verfolgt die Abteilung für partikuläre Strömungen (PFM) an der Johannes Kepler Universität (JKU) eine auf drei Säulen aufbauende Strategie

- Im Gegensatz zu klassischen, rein physik-basierten Berechnungen erreichen KI Simulationen Echtzeitfähigkeit, d.h. sie können Vorhersagen schneller treffen, als diese tatsächlich eintreten.
- Das Training solcher KI-Modelle erfordert große Datenmengen, was für turbulente Strömungen mit signifikantem Rechenaufwand verbunden ist. Um die seltenen Extremzustände verlässlich in der Datenbasis abzubilden, werden dezidierte Strategien zur numerischen Erzeugung solcher Ausreißer genutzt.
- Eine Vorhersage dieser ungewöhnlichen Konfigurationen bedingt eine Kopplung der KI-Simulationen mit Sensordaten des zugrunde liegenden Industrieprozesses. Geeignete neuronale Netze können die Signaturen sich aufbauender Extremzustände erkennen und vorhersagen, wann diese tatsächlich auftreten, so dass Gegenmaßnahmen in der Prozessführung ergriffen werden können.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt dem gesamten Projektteam aus sechs oö Leitbetrieben, EMMI AI und der WKOÖ sparte.industrie. Dies gilt insbesondere für die vielen Vertreterinnen und Vertreter der sechs oö Leitbetriebe **AMAG, BRP-Rotax, ENGEL, EREMA, Rosenbauer und voestalpine Stahl GmbH**, die in einem mehrmonatigen Prozess gemeinsam die Technologie bewertet, die Chancen beschrieben und die Hürden aufgezeigt haben. Stellvertretend für alle Personen, die seitens der sechs Betriebe involviert waren, danken wir *Vitesh Shah* und *Peter Simon* (AMAG), *Matthias Fitl*, *Paul Reichart* (BRP-Rotax), *Stefan Kleindel* und *Lukas Muttenthaler* (ENGEL), *Sophie Pachner*, *Markus Kirchmayr* (EREMA), *Markus Schachner* und *Hannes Hammer* (Rosenbauer) sowie *Stefan Schuster* und *Alexander Haberl* (voestalpine).

Für die fachliche Expertise im Bereich KI-basierter Simulationen sowie die inhaltliche Unterstützung aller Inspirationsformate, Austauschveranstaltungen und Deep Dives gilt unser besonderer Dank dem Team von **EMMI AI**, allen voran *Johannes Brandstetter* (Chief Scientist und Co-Founder) und *Dennis Just* (CEO). Herzlichen Dank an *Carola Seyr* für die ausgezeichnete organisatorische Zusammenarbeit.

Arno Hollosi hat als erster fachlicher Ansprechpartner in den zahlreichen Austauschrunden und als Hauptverantwortlicher für diesen Leitfaden maßgeblich zum Erfolg beigetragen - ihm sprechen wir unseren besonderen Dank aus.

KI*Transfer vernetzt Industrie und wissenschaftliche Partner

Dieses Projekt ist Teil der Initiative KI*Transfer der sparte.industrie der Wirtschaftskammer Oberösterreich. Führende Industriebetriebe und wissenschaftliche Einrichtungen arbeiten darin kollaborativ an Schlüsselthemen der Zukunft. KI*Transfer bringt praktisches Know-how aus der Industrie mit neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen zusammen. KI*Transfer steht für gebündelte Kräfte, geteiltes Wissen und eine gelebte Innovationskultur.



Impressionen von der Veranstaltung AI-Powered Simulation im Mai 2025

Bleiben Sie auf dem Laufenden

Besuchen Sie die Projektwebsite, um alle Neuigkeiten und Entwicklungen zu verfolgen.

www.wk-events.at/wko/kitransfer/kiundsimulation



Nehmen Sie Kontakt mit uns auf!

Sie möchten sich näher über das Projekt informieren?
Wir freuen uns auf ein Gespräch!

KI*Transfer
Wirtschaftskammer Oberösterreich
sparte.industrie

kitransfer@wkooe.at
05 90909-4220

ΣΣ Emmi AI

Ein besonderer Dank gilt EMMI AI für die wertvolle Mitwirkung an diesem Leitfaden.

Die sparte.industrie der Wirtschaftskammer Oberösterreich unterstützt dieses Projekt organisatorisch und finanziell.

Eigentümer, Herausgeber und Verleger:

WKO Oberösterreich
sparte.industrie
Hessenplatz 3 | 4020 Linz
T 0590909-4220
wko.at/ooe/industrie

wk/ooe
sparte.industrie

WKO 
WIRTSCHAFTSKAMMER OBERÖSTERREICH
DIE INDUSTRIE