

Vision AI produktiv einsetzen

Fünf technische Bewertungsfelder für industrielle Anwender



es stärker darum, bestimmte Objekte, Bereiche oder Fehlstellen im Bild präzise zu lokalisieren.

Deshalb gibt es keinen universellen Datensatz, der für jede Vision-AI-Anwendung gleich aufgebaut sein muss. Die verwendeten Bilder müssen jedoch die spätere Realität des Prozesses widerspiegeln: echte Aufnahmen aus der Anwendung, typische Gutteile, zulässige Varianzen und, sofern für das gewählte Verfahren relevant, repräsentative Fehlerbilder oder Grenzfälle. Ein Datensatz muss nicht von Beginn an jeden denkbaren Fehler enthalten. Er muss aber so aufgebaut sein, dass die gewählte KI-Methode die relevante visuelle Entscheidungsgrundlage erfassen kann (Bild 1).

Ein praxisnaher Vision-AI-Anbieter sollte mit wenigen, aber realen und aussagekräftigen Bildern eine erste Einschätzung ermöglichen können. Gerade zu Beginn eines Projekts ist es für Unternehmen oft nicht realistisch, bereits umfangreiche, perfekt sortierte und vollständig annotierte Datensätze bereitzustellen.

Mögliche Fragen an KI-Anbieter

- Wie viele Bilder benötigen wir für eine erste belastbare Einschätzung?
- Welche Bilder sind zwingend erforderlich?
- Muss vorab annotiert werden?
- Und woran erkennen wir, ob die Bildbasis für den nächsten Schritt ausreicht?

Bewertungsfeld 2: Robustheit und Nachtrainierbarkeit

Eine produktiv eingesetzte Vision AI sollte von Anfang an mit realen Bildern arbeiten, die so entstehen, wie sie später in der Anwendung tatsächlich aufgenommen werden. Entscheidend ist, ob ein System die reale visuelle Situation einer Anwendung erfassen kann. In der Produktion können dazu Chargenschwankungen, leichte Positionsabweichungen, Reflexionen, Verschmutzungen, unterschiedliche Materialzustände oder Produktvarianten gehören.

Bei mobilen Anwendungen oder Außenaufnahmen, etwa bei der automatisierten Inventarisierung von Verkehrszeichen während einer

Industrielle Vision AI wird für Defekterkennung, Vollständigkeitsprüfungen, Bauteilklassifikation, Oberflächenbewertung, Robotikprozesse und viele weitere Anwendungen eingesetzt. Die eigentliche Herausforderung beginnt jedoch nicht bei der ersten erfolgreichen Erkennung, sondern beim Übergang in den produktiven Dauerbetrieb. Denn eine industrielle KI-Lösung muss nicht nur einmal ein korrektes Ergebnis liefern, sondern dauerhaft unter realen Prozessbedingungen funktionieren, nachvollziehbar bleiben und sich wirtschaftlich an neue Anforderungen anpassen lassen.

Belastbare Ergebnisse

Genau an diesem Punkt trennt sich eine überzeugende Machbarkeitsprüfung von einer produktiv nutzbaren Lösung. Entscheidend ist nicht der einzeln vorbereitete Testfall, sondern die Frage, ob die Vision AI mit realen Bildern aus dem späteren Prozess zu belastbaren Ergebnissen kommt, zulässige Varianz von relevanten Abweichungen unterscheiden kann und sich ohne unverhältnismäßigen Engineering-Aufwand in bestehende Abläufe integrieren lässt. Die folgenden fünf Bewertungsfelder helfen dabei, Anbieter, Architektur und Projektansatz frühzeitig realistisch einzuordnen.

Bewertungsfeld 1: Bilddaten und Datenmanagement

In industriellen Anwendungen entscheidet nicht die reine Menge der Bilder über den Erfolg, sondern deren Aussagekraft für die konkrete Prüfaufgabe. Unternehmen sollten deshalb genau prüfen, wie ein Vision-AI-Anbieter mit vorhandenen Bilddaten umgeht. Verlangt er pauschal große Datensätze, umfangreiche Vorannotation und aufwendige Vorarbeiten? Oder stellt er zunächst fachliche Fragen:

- Welches Merkmal soll erkannt werden?
- Welche visuelle Varianz ist zulässig?
- Welche Abweichung ist relevant und
- welche Bildinformationen reichen für eine erste belastbare Einschätzung aus?

Je nach eingesetztem Verfahren kann die Bildbasis sehr unterschiedlich aussehen.

Bei einer Klassifikation muss die KI visuelle Zustände voneinander unterscheiden, etwa „in Ordnung“ und „nicht in Ordnung“ oder verschiedene Fehlerklassen. Bei einer Anomalieerkennung kann der Einstieg anders aussehen, weil das System zunächst vor allem Gut-Zustände oder zulässige Normalzustände kennenlernt. Bei Detektions- oder Segmentierungsaufgaben geht

DENKweit GmbH
contact@denkweit.de
www.denkweit.de

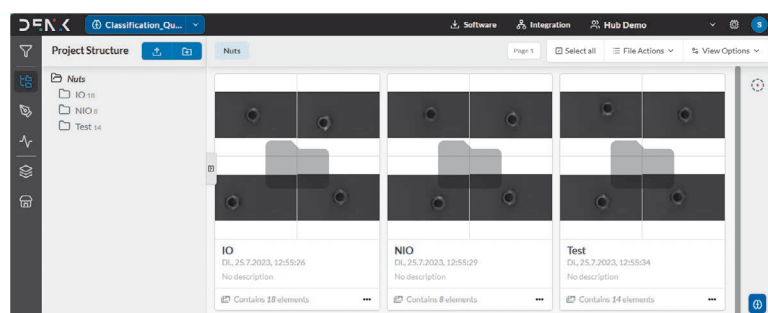


Bild 1: Screenshot aus KI-Trainingsplattform, Beispiel DENKweit. Wenig Bilder sind für ein erstes Klassifikations-training nötig.

Straßenbefahrung, kommen weitere Einflüsse hinzu: wechselnde Lichtverhältnisse, unterschiedliche Hintergründe, Verdeckungen, Witterung, Perspektivwechsel, Bewegungsunschärfen oder stark variierende Abstände zum Objekt (Bild 2).

Vorteil moderner Vision AI

Robustheit bedeutet dabei nicht, dass die gesamte Umgebung künstlich stabilisiert werden muss, bevor KI sinnvoll eingesetzt werden kann. Gerade das ist ein zentraler Vorteil moderner Vision AI: Sie muss visuelle Realität nicht auf starre Regeln, Schwellenwerte oder perfekt kontrollierte Bildbedingungen reduzieren. Stattdessen lernt die Bild-KI, welche visuellen Merkmale für die konkrete Aufgabe relevant sind und welche Veränderungen zur zulässigen Varianz gehören. Ein Verkehrszeichen muss beispielsweise auch dann zuverlässig erkannt werden, wenn der Hintergrund wechselt, das Licht ungünstig fällt, Schatten über das Objekt laufen oder die Aufnahme aus einer anderen Perspektive erfolgt. Ebenso muss eine Prüfung in der Produktion zwischen relevanten Abweichungen und unkritischen Einflüssen wie Reflexionen, leichten Lageabweichungen oder zulässigen Materialunterschieden unterscheiden können.

An Veränderungen anpassen

Da sich visuelle Bedingungen im laufenden Betrieb verändern können, muss industrielle Robustheit immer auch Nachtrainierbarkeit einschließen. Produkte werden angepasst, Lieferanten wechseln, Materialien verhalten sich anders, neue Fehlerbilder treten auf oder Grenzfälle werden erst im Produktivbetrieb sichtbar. In Außenanwendungen können zusätzlich neue Objektvarianten, saisonale Veränderungen, andere Beleuchtungssituationen, Verschmutzungen oder bislang unbekannte Hintergründe hinzukommen. Eine Vision-AI-Lösung sollte deshalb so aufgebaut sein, dass neue Bilder ergänzt, neue Zustände eingelernt und bestehende Entscheidungsgrenzen nachgeschärft werden können, ohne dass jede Anpassung wieder zu einem vollständigen Engineering-Projekt wird.



Bild 3: Kontrolle der Planlage von Wellpappe der Firma Packwell mittels DENK Vision AI, umgesetzt mit einer zentral platzierten Kamera über dem Förderband.

Nachtrainierbarkeit ist damit ein zentraler Bestandteil industrieller Robustheit. Wichtig ist ein praktikabler Kreislauf aus Bildaufnahme, Bewertung, Nachtraining und erneuter Nutzung, der auch von Fachanwendern aus Produktion, Qualitätssicherung, Engineering oder Anwendungsteams nachvollzogen werden kann. Je einfacher neue reale Bildsituationen aufgenommen und in die Anwendung zurückgeführt werden können, desto stabiler bleibt die Vision AI im Alltag.

Mögliche Fragen an KI-Anbieter:

- Wie robust ist die Erkennung gegenüber wechselnden Lichtverhältnissen, Schatten, Reflexionen, Hintergründen, Perspektiven oder Verdeckungen?
- Was passiert bei neuen Produktvarianten, anderen Chargen oder neuen Objektvarianten? - Können wir neue Bilder selbst ergänzen?
- Wie läuft ein Nachtraining praktisch ab?

Bewertungsfeld 3: Wirtschaftlicher Betrieb und Hardwareflexibilität

Bei industrieller Vision AI greift es zu kurz, nur die Anschaffungskosten zu betrachten. Entscheidend ist, wie schnell eine Anwendung produktiv nutzbar wird, welcher Aufwand für Bildaufnahme, Einrichtung, Integration und spätere Anpassungen entsteht und welche Einsparungen durch automatisierte Prüfung, weniger manuelle Kontrolle, weniger Ausschuss, weniger Nacharbeit oder stabilere Qualität erzielt werden können. Ein System kann in der Anschaffung günstig erscheinen und langfristig teuer werden, wenn jede Produktänderung, neue Variante oder Prozessabweichung hohen Engineering-Aufwand verursacht.

Hardwarefrage

Ein wichtiger Kostenfaktor ist die Hardwarefrage. In vielen Projekten entsteht ein erheblicher Teil der Kosten nicht durch die KI selbst, sondern durch Hardwareauswahl, spezielle Kameras, zusätzliche Optik, Beleuchtungskonzepte, mechanische Anpassungen und lange Einrichtungphasen. Industrielle Vision AI sollte nicht voraussetzen, dass für jede Anwendung ein aufwendiger Kamera-, Optik- oder Beleuchtungsaufbau geschaffen werden muss. Entscheidend ist, ob das zu prüfende Merkmal im Bild sichtbar ist und ob die verwendeten Bilder die reale Situation der Anwendung abbilden. Die Bildquelle kann je nach Projekt unterschiedlich sein: eine Industriekamera, eine vorhandene Kamerainfrastruktur, ein mobiles Kameramodul.

Hardwareflexibilität bedeutet dabei nicht Beliebigkeit. Wenn sehr kleine Strukturen geprüft werden müssen, hohe Taktzeiten vorliegen oder ein Merkmal nur unter bestimmten Aufnahmebedingungen sichtbar wird, braucht es selbstverständlich eine geeignete Kamera- und Systemauslegung.

Der Unterschied liegt in der Herangehensweise: Nicht die Hardware definiert die Gren-



Bild 2: Inventarisierung von Verkehrszeichen während einer Straßenbefahrung mittels Vision AI. ©Stradis GmbH

zen der Anwendung, sondern die Anwendung definiert, welche Bildqualität tatsächlich erforderlich ist. Eine moderne Vision AI sollte mit unterschiedlichen Bildquellen arbeiten können und Unternehmen dabei unterstützen, genau so viel Hardware einzusetzen wie nötig, aber nicht mehr als wirtschaftlich sinnvoll.

Einheitliche Bedienlogik

Zur Wirtschaftlichkeit gehört, dass eine Lösung möglichst agnostisch gegenüber Bildquellen, Hardware, Integrationswegen und Einsatzszenarien bleibt, ohne für jede Umgebung anders bedient werden zu müssen. Training, Bewertung, Nachtraining und Auswertung sollten unabhängig vom konkreten Kameraaufbau, von der Linie oder vom Integrationsweg möglichst gleich funktionieren. Eine einheitliche Bedienlogik reduziert Schulungsaufwand, erleichtert die Nutzung durch Fachanwender und macht die Lösung alltagstauglich. Besonders interessant wird Vision AI dann, wenn eine einmal etablierte Architektur nicht nur eine einzelne Prüfaufgabe löst, sondern auf weitere Produkte, Linien oder visuelle Fragestellungen übertragen werden kann (Bild 3).

Unterschätzter Kostenfaktor

Ein häufig unterschätzter Kostenfaktor ist außerdem das Datenmanagement über den gesamten Lebenszyklus. Bilddaten, Grenzfälle, Trainingsstände und Varianten müssen nicht nur einmal gesammelt, sondern dauerhaft strukturiert, auffindbar, bewertbar und wiederverwendbar bleiben. Wirtschaftlich wird eine Lösung durch Funktionen, die den langfristigen Umgang mit Bilddaten und Nachtraining unterstützen.

Mögliche Fragen an KI-Anbieter:

- Woran machen Sie fest, welche Bildqualität wirklich notwendig ist?
- Können wir zunächst mit einfachen Bildern prüfen, ob das Merkmal visuell auswertbar ist?
- Welche Hardware ist technisch erforderlich und welche nur „nice to have“?

Bewertungsfeld 4: Integration in Maschine, Linie und IT

Eine KI-Erkennung allein ist noch keine Automatisierungslösung. Erst durch die Einbindung in die bestehende Umgebung wird aus einer visuellen Analyse eine verwertbare Prozessentscheidung. Dazu gehören je nach Anwendung Kamera, Trigger, Recheneinheit, Bedienoberfläche, SPS-Kommunikation, Robotik, MES-Anbindung, Qualitätsdatenbanken oder einfache Signale zur Ausschleusung.

Moderne Vision-AI-Systeme sollten unterschiedliche Integrationswege unterstützen. Für den schnellen Einstieg kann eine browserbasierte Lösung sinnvoll sein, bei der Training und erste Auswertungen ohne tiefen Integrationsaufwand erfolgen. Für produktionsnahe Anwendungen kann lokale Inferenz auf einem Rechner an der Linie entscheidend sein, insbesondere wenn geringe Latenzen, Anlagenverfügbarkeit oder Datenhoheit im Vordergrund stehen. In anderen Fällen ist eine headless Inferenz-Engine sinnvoll, die ohne eigene Bedienoberfläche direkt in bestehende Software- und Maschinenumgebungen eingebunden wird. Auch Remote-Inference-Ansätze, Plugins für bestehende Bildverarbeitungssoftware sowie SDK- und API-Schnittstellen können relevant sein (Bild 4).

Für Unternehmen ist deshalb die Frage wichtig, wie die Vision AI in den bestehenden Technologie-Stack passt. Genau an dieser Stelle zeigt sich, ob eine Vision AI als isoliertes Modell oder als industrielles System gedacht wurde.

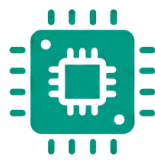
Mögliche Fragen an KI-Anbieter:

- Welche Schnittstellen unterstützen Sie?
- Läuft die Auswertung lokal an der Linie oder extern?
- Können Bilder lokal verarbeitet werden?
- Welche Latenzen sind realistisch?
- Brauchen wir eine Bedienoberfläche oder kann die Inferenz headless in unsere Software integriert werden?

Bewertungsfeld 4: Datenhoheit und Transparenz

Mit dem Einsatz von Vision AI entstehen wertvolle Bilddaten. Diese Bilder zeigen Produkte, Prozesse, Fehlerbilder, Qualitätsmerkmale, Produktionsumgebungen und häufig auch vertrauliches Fertigungswissen. Deshalb ist die Frage, wo diese Daten liegen, wer Zugriff darauf hat und wofür sie verwendet werden, kein Nebenaspekt, sondern ein zentrales technisches und strategisches Kriterium. Unternehmen sollten genau prüfen, worauf eine KI-Lösung aufbaut.

- Werden Bilder lokal verarbeitet oder in externe Systeme hochgeladen?
- Wer besitzt die Trainingsdaten?
- Wer kontrolliert die Modellstände?



Lokale Integration

KI läuft direkt vor Ort auf vorhandener Hardware, Industrie-PC oder Edge-System, mit Windows/Linux und CPU/GPU.



Software & Plug-ins

Einbindung in bestehende Bildverarbeitungssoftware, z.B. über DENK Analyzer oder Plug-ins für Drittanbieter-Systeme.



Individuelle Integration

Flexible Anbindung über API/DLL, .NET, Docker, Remote Server, TCP/IP, HDD oder protobuf für spezifische Maschinen-, Linien- und IT-Prozesse.

Bild 4: Mögliche Integrationswege einer Vision-AI-Lösung in produktionsnahe Systeme

- Werden Kundendaten ausschließlich für die konkrete Anwendung genutzt oder fließen sie in allgemeine Trainingsprozesse ein?
- Kann ausgeschlossen werden, dass Wettbewerber indirekt von hochgeladenen Bilddaten, Fehlerbildern oder Prozessinformationen profitieren?
- Und bleibt der Anwender in der Lage, seine Anwendung selbst zu kontrollieren, zu erweitern und bei Bedarf unabhängig weiterzubeitreiben?

Auch bei open-source- oder open-weight-basierten Ansätzen lohnt sich ein genauer Blick – vor allem auf die lizenzrechtliche Nutzbarkeit. Entscheidend ist nicht, ob ein Modell öffentlich verfügbar ist, sondern ob sein Einsatz für die konkrete industrielle Anwendung, insbesondere für kommerzielle Nutzung, Weiterentwicklung, Integration und Weitergabe, tatsächlich erlaubt ist. Viele KI-Komponenten stehen unter unterschiedlichen Lizenzmodellen, manche sind nur für Forschung, Bildung oder nichtkommerzielle Nutzung vorgesehen. Für Industrieanwendungen kann daraus ein erhebliches Risiko entstehen, wenn eine Lösung auf Komponenten basiert, deren lizenzrechtlicher Status nicht eindeutig geprüft wurde.

Hinzu kommt, dass offen verfügbar nicht automatisch industriell belastbar bedeutet. Für qualitätskritische Anwendungen muss transparent sein, welche Komponenten eingesetzt werden, unter welchen Lizenzbedingungen sie stehen, welche Modellstände verwendet werden, wer Sicherheitsupdates und Wartung übernimmt und wie Daten, Training, Tests und Dokumentation

kontrolliert werden. Open Source ist nicht grundsätzlich problematisch. Entscheidend ist aber, ob aus den eingesetzten Komponenten ein nachvollziehbares, wartbares und rechtlich nutzbares Gesamtsystem entsteht.

Datenhoheit bedeutet daher mehr als Datenschutz. Sie bedeutet Kontrolle über die eigene Anwendung, über die eigenen Qualitätsdaten und über das Wissen, das aus diesen Daten entsteht. Gerade in Branchen wie Pharma, Lebensmittelproduktion, Medizintechnik oder sicherheitsrelevanter Fertigung kann ein Bilddatensatz viel über Produktqualität, Toleranzen, Fertigungsprobleme und technologische Besonderheiten verraten. Wer solche Daten aus der Hand gibt, gibt unter Umständen auch Prozesswissen aus der Hand. Bild 5 zeigt einen Screenshot aus einer KI-Trainingsplattform am Beispiel DENKweit.

Mögliche Fragen an KI-Anbieter:

- Werden unsere Daten ausschließlich für unsere Anwendung genutzt?
- Fließen unsere Bilder oder Fehlerbilder in allgemeine Modelle ein?
- Können Wettbewerber indirekt von unseren Daten profitieren?
- Können wir Modelle, Trainingsstände und Bilddaten nachvollziehen?

Unternehmen müssen für den Einstieg in Vision AI keine KI-Spezialisten sein. Entscheidend ist, früh die richtigen Fragen zu stellen. Wer die fünf Bewertungsfelder früh berücksichtigt, erkennt schneller, ob eine Vision-AI-Lösung nur technisch beeindruckt oder langfristig für den industriellen Betrieb geeignet ist. ◀

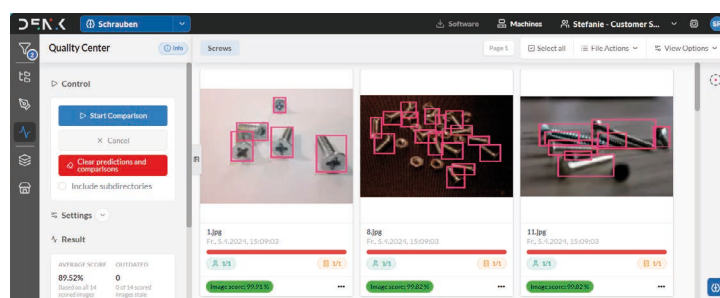


Bild 5: Screenshot aus einer KI-Trainingsplattform am Beispiel DENKweit. Nutzer können KI-Performance prüfen und gezielt mit eigenen Bildern nachtrainieren.