

White Paper

Die Evolution moderner Drucksensoren

Von der einzelnen Komponente zur kontinuierlich weiterentwickelten Sensorplattform

Abstract

Drucksensoren sind heute weit mehr als reine Messwertgeber – sie müssen gleichzeitig unterschiedliche Bedürfnisse abdecken. Zum einen steigen die Anforderungen an Messgenauigkeit, Geschwindigkeit, Diagnose, Sicherheit und Störanfälligkeit für den Sensor kontinuierlich. Gleichzeitig soll der Entwicklungsaufwand reduziert werden. Ausserdem gibt es die Herausforderung an Gerätehersteller, möglichst lange Produktlebenszyklen anzustreben, in einem Umfeld der sich schnell verändernde Märkte. Dieses White Paper zeigt, warum neben der einzelnen Komponente zunehmend die zugrunde liegende Sensorplattform an Bedeutung gewinnt und wie kontinuierlich weiterentwickelte Plattformen langfristige Produktstrategien unterstützen können.

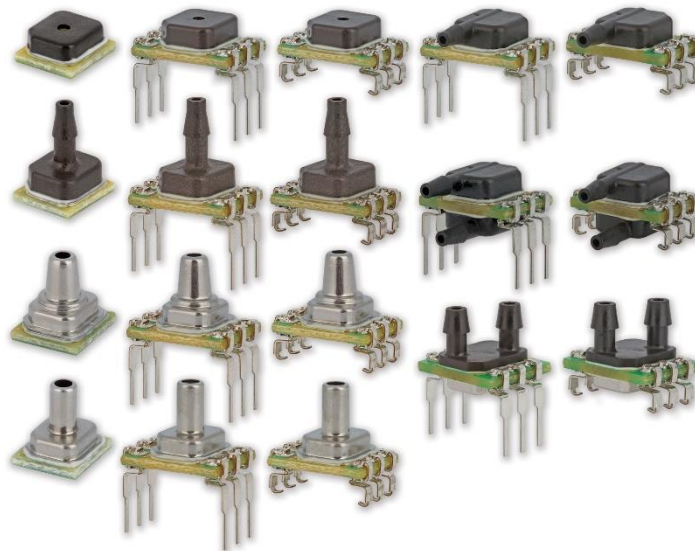
Einleitung

Drucksensoren übernehmen in medizinischen, industriellen und gebäudetechnischen Anwendungen seit vielen Jahren eine zentrale Aufgabe: Druck präzise und zuverlässig zu erfassen. Diese Kernaufgabe bleibt bestehen. Das Umfeld, in dem Drucksensoren eingesetzt werden, verändert sich jedoch zunehmend.

Geräte werden intelligenter und stärker vernetzt, neue Funktionen kommen hinzu und die Anforderungen an Genauigkeit, Geschwindigkeit, Diagnose, Sicherheit und Robustheit steigen. Gleichzeitig sollen einmal entwickelte Produkte möglichst lange im Markt bleiben und bestehende Entwicklungsinvestitionen geschützt werden.

Damit verändert sich auch die Perspektive bei der Auswahl eines Drucksensors. Neben der Frage, welcher Sensor die heutigen technischen Anforderungen erfüllt, gewinnt zunehmend an Bedeutung, welche technologische Basis die Weiterentwicklung zukünftiger Produktgenerationen unterstützt.

Dieses White Paper betrachtet diese Entwicklung vom Sensorelement bis zur Sensorplattform und zeigt, warum kontinuierliche Plattformentwicklung zu einem wichtigen Faktor für langfristig ausgelegte Produktstrategien wird.



1. Am Anfang steht das Sensorelement

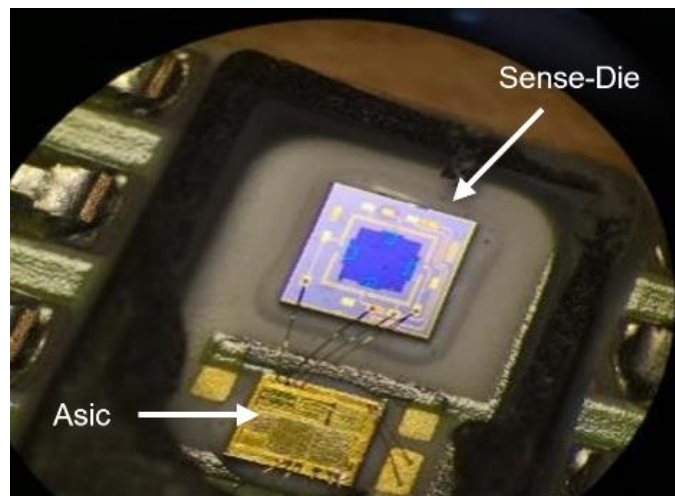
Das Fundament für Präzision, Stabilität und Zuverlässigkeit

Im Zentrum jedes Drucksensors steht das eigentliche Sensorelement (der Sense-Die). Er wandelt den anliegenden Druck in ein elektrisches Signal um und bildet damit das physikalische Fundament für die gesamte weitere Signalverarbeitung. Ein guter Sense-Die zeigt folgende Eigenschaften:

- | | |
|--|--|
| • Hohe Empfindlichkeit | kleine Druckänderungen müssen zuverlässig erfasst werden |
| • Gute Wiederholbarkeit | gleicher Druck soll immer wieder zu demselben Ergebnis führen |
| • Niedrige Drift / hohe Langzeitstabilität | das Messverhalten soll sich über Jahre möglichst wenig verändern |
| • Gutes Temperaturverhalten | Temperaturschwankungen dürfen das Messergebnis möglichst wenig beeinflussen, beziehungsweise müssen zuverlässig kompensierbar sein |
| • Hohe mechanische Robustheit | der Sense-Die muss Druckzyklen, Überdruck und die Anforderungen der jeweiligen Anwendung zuverlässig verkraften |

Der mechanische Aufbau muss modular aufgebaut und skalierbar sein, so dass unterschiedliche Ausführungen möglich sind. Bei kleinen Druckbereichen ist der Sense-Die sehr dünn ausgeführt, um die kleinsten Druckänderungen zuverlässig zu erfassen. Mit zunehmendem Druckbereich verändert sich der mechanische Aufbau, es werden robustere Ausführungen eingesetzt.

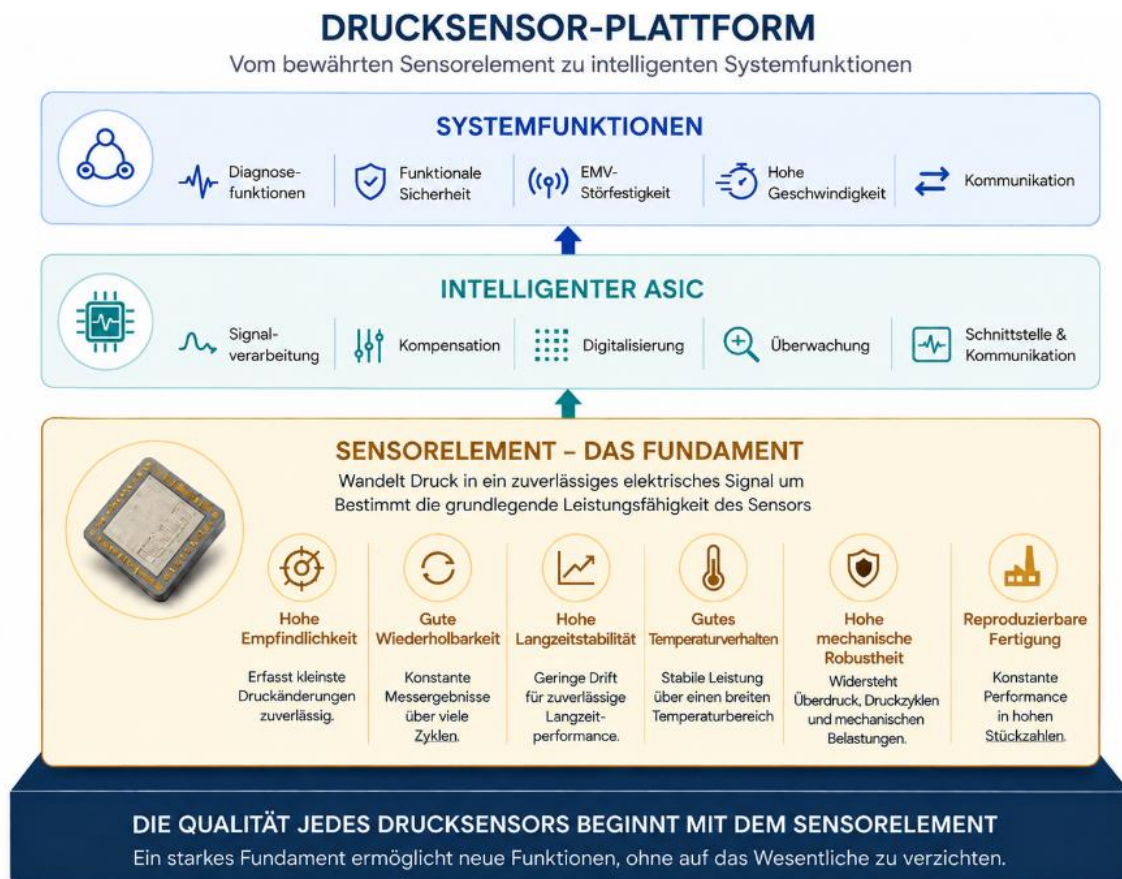
Praxisbeispiel: Moderne Drucksensor-Plattformen können einen sehr grossen Druckbereich von ± 2.5 mbar bis 20 bar abdecken – mit zulässigem Überdruck von bis zu 30 bar und Berstdruck bis zu 40-60 bar. Dieser weite Druckbereich wird mit mehreren Sense-Die-Ausführungen (u.a. unterschiedliche Membrandicken) realisiert.



Nicht nur der einzelne Sensor muss gut sein. Der Sense-Die und der gesamte mechanische Aufbau müssen eine reproduzierbare Fertigungsqualität ermöglichen – damit über Jahre hinweg eine gleichbleibende Charakteristik und Qualität, auch in hohen Stückzahlen, produziert werden kann.

Moderne Elektronik verstärkt, kompensiert und digitalisiert das Rohsignal des Sense-Die und wertet dieses intelligent aus. Sie kann zusätzliche Funktionen wie Diagnose, Überwachung oder Sicherheitsmechanismen ermöglichen. Die Qualität des zugrunde liegenden Messsignals bleibt jedoch die Basis.

Eine leistungsfähige Drucksensorplattform beginnt deshalb mit einem stabilen und zuverlässigen Sense-Die. Auf diesem Fundament kann moderne Elektronik zusätzliche Leistungsmerkmale, Intelligenz und Funktionen aufbauen, ohne die bewährte physikalische Basis neu zu erfinden.



2. Die Anforderungen an die Drucksensorik verändern sich

Moderne Drucksensorik geht heute weit über die reine Druckmessung hinaus

Drucksensoren sind heute ein fester Bestandteil zahlreicher medizinischer, industrieller und gebäudetechnischer Systeme. Ihre grundlegende Aufgabe bleibt unverändert: Druck präzise und zuverlässig zu erfassen.

Die Anforderungen an den Sensor und seine Rolle im Gesamtsystem entwickeln sich jedoch rasant weiter.

Moderne Geräte werden intelligenter, stärker automatisiert und zunehmend vernetzt.

Gleichzeitig steigen die Erwartungen an Messgenauigkeit, Reaktions- und Übertragungsgeschwindigkeit, Diagnosefähigkeit, funktionale Sicherheit und eine hohe Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - im technischen Alltag: eine hohe Störfestigkeit.

Ein **Drucksensor** liefert damit nicht mehr nur einen Messwert. Seine Leistungsfähigkeit hat massgeblichen Einfluss auf Regelung, Systemüberwachung, Sicherheit und die verfügbaren Funktionen eines Geräts.

Parallel dazu verändern sich auch die Rahmenbedingungen der **Produktentwicklung**.

Entwicklungsressourcen sind begrenzt, regulatorische Anforderungen steigen und Produktionsprozesse müssen effizient und zuverlässig funktionieren. Gleichzeitig erwarten Hersteller eine **langfristige Verfügbarkeit** der eingesetzten Komponenten.

Immer wichtiger wird auch der Schutz von **Entwicklungsinvestitionen**: einmal abgeschlossene Entwicklungen sollen möglichst lange und nutzbringend eingesetzt werden.

Gefragt sind Sensorplattformen, die hohe Messgenauigkeit mit intelligenten Funktionen, zuverlässiger Integration und einer langfristigen Perspektive verbinden und damit sowohl heutige Anforderungen erfüllen als auch zukünftige Produktentwicklungen unterstützen.



3. Unterschiedliche Perspektiven. Eine Sensorplattform.

Unterschiedliche Anforderungen im Unternehmen. Eine Plattform muss sie zusammenführen.

Die Anforderungen an einen Drucksensor unterscheiden sich je nach Aufgabe und Sichtweise innerhalb eines Unternehmens.

Während für die **Entwicklung** vor allem Messgenauigkeit, Integration und technische Funktionen entscheidend sind, betrachtet das **Produktmanagement** zusätzlich Innovationsmöglichkeiten, Differenzierung und die langfristige Weiterentwicklung eines Produkts.

Das **Qualitätsmanagement** wiederum stellt Zuverlässigkeit, Stabilität, Diagnosemöglichkeiten und Sicherheit in den Mittelpunkt.

Für **Produktion und Einkauf** spielen neben einer effizienten Verarbeitung insbesondere reproduzierbare Qualität, langfristige Verfügbarkeit und eine zuverlässige Versorgung eine wichtige Rolle.

Diese **unterschiedlichen Perspektiven treffen in einem Produkt** zusammen. Die Entscheidung für einen Drucksensor beeinflusst deshalb nicht nur die Qualität der Messung, sondern auch Entwicklungsaufwand, optimierte Produktionsprozesse, zukünftige Produktgenerationen und letztlich die langfristige Wettbewerbsfähigkeit eines Geräts.

Eine moderne Sensorplattform muss diese unterschiedlichen Anforderungen zusammenführen. Sie schafft eine gemeinsame technische Basis, auf der Entwickler leistungsfähige und innovative Lösungen realisieren, Produktmanager neue Funktionen ermöglichen und gleichzeitig Qualität, Produktion und Einkauf auf eine stabile und langfristig verfügbare Plattform vertrauen können.



Unterschiedliche Perspektiven zu verknüpfen ist der erste Schritt.

Doch damit entsteht eine weitere Herausforderung: Produkte und Geräte sollen über viele Jahre im Markt bleiben, während sich Technologien und Anforderungen kontinuierlich verändern.

4. Lange Produktlebenszyklen. Schnell wandelnde Märkte.

Bewährte Produkte aktuell halten, während sich Technologien und Anforderungen weiterentwickeln

Viele Produkte in Medizintechnik, Industrie oder Gebäudeautomation sind für eine lange Marktpresenz ausgelegt. Entwicklung, Qualifikation und Zertifizierung sind aufwendig und teuer. Entsprechend gross ist das Interesse der Hersteller, bestehende Plattformen möglichst lange erfolgreich zu nutzen.

Gleichzeitig entwickeln sich die Anforderungen der Endmärkte deutlich schneller. Neue Funktionen, Kommunikationsstandards, regulatorische Vorgaben, höhere Sicherheitsanforderungen und steigende Erwartungen an Systeme führen dazu, dass bestehende Produkte regelmässig modernisiert werden müssen.

Damit entsteht ein Spannungsfeld: **Das Produkt soll lange im Markt bleiben, die darin eingesetzte Technologie muss sich jedoch kontinuierlich weiterentwickeln können.**

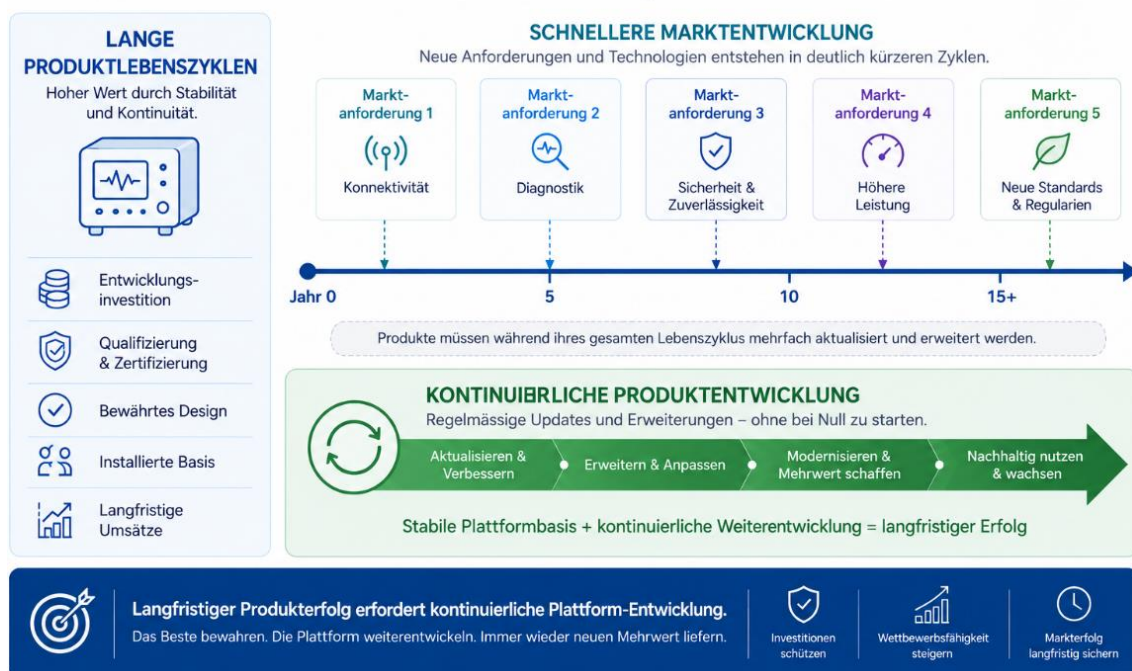
Ein vollständiges Re-Design ist dabei selten die bevorzugte Lösung. Es bindet Entwicklungsressourcen, erhöht Qualifikationsaufwand und kann bestehende Zertifizierungen oder Produktionsprozesse beeinflussen. **Gefragt sind deshalb Plattformen**, die langfristige Stabilität mit kontinuierlicher Weiterentwicklung verbinden.

Für die Auswahl eines Drucksensors bedeutet das: Nicht nur die heutige Spezifikation ist entscheidend. Ebenso wichtig ist die Frage, ob die verwendete Plattform zukünftige Anforderungen aufnehmen kann und einen verlässlichen Migrationspfad für kommende Produktgenerationen bietet.

Langfristiger Produkterfolg entsteht dort, wo Stabilität und kontinuierliche Innovation nicht als Gegensatz verstanden werden, sondern gemeinsam in einer Plattformstrategie verankert sind.

Lange Produktlebenszyklen. Schnellere Marktentwicklung.

Produkte bleiben viele Jahre im Markt – die Anforderungen entwickeln sich kontinuierlich weiter.



5. Von der Komponente zur Plattform

Bei der heutigen Sensorauswahl bereits an die nächste Produktgeneration denken

Traditionell wird ein Drucksensor vor allem anhand der Anforderungen einer konkreten Anwendung ausgewählt: Druckbereich, Genauigkeit, Ausgangssignal, Geschwindigkeit, Bauform und Kosten bestimmen die Entscheidung. Diese Kriterien bleiben wichtig.

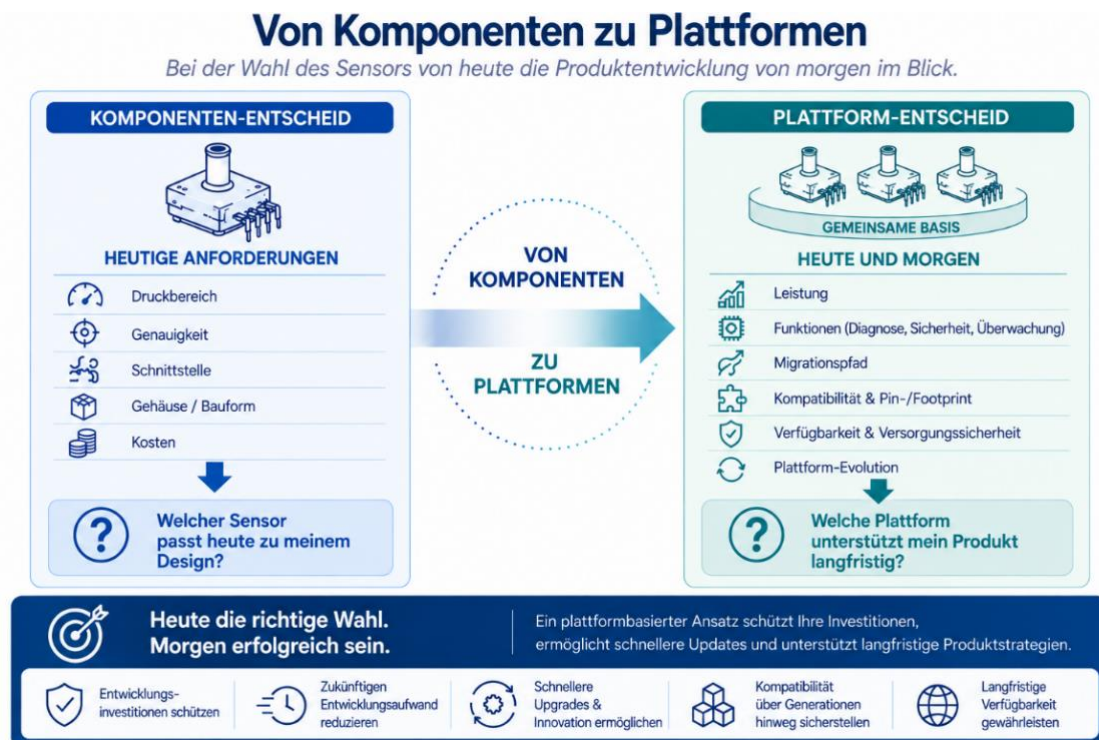
Mit längeren Produktlebenszyklen und schneller wechselnden Anforderungen gewinnt jedoch eine weitere Perspektive an Bedeutung.

Die Frage lautet deshalb nicht mehr nur: **Welcher Sensor erfüllt die Anforderungen unseres heutigen Designs?** Zunehmend stellt sich auch die Frage: **Welche technologische Basis bietet uns die notwendige Flexibilität für die weitere Entwicklung unseres Produkts?**

Damit erweitert sich die Perspektive von der einzelnen Komponente auf die zugrunde liegende Plattform. Neben den heutigen technischen Eigenschaften gewinnen damit auch zukünftige Leistungsreserven, zusätzliche Funktionen, Variantenvielfalt, langfristige Verfügbarkeit und die Weiterentwicklung über mehrere Produktgenerationen hinweg an Bedeutung.

Eine Plattformentscheidung betrachtet deshalb nicht nur den aktuellen Entwicklungsstand. Sie berücksichtigt bereits bei der Auswahl, wie sich Produkte und ihre Anforderungen in Zukunft verändern können.

Die richtige Sensorplattform erfüllt nicht nur die Anforderungen des heutigen Designs. Sie schafft gleichzeitig Spielraum für dessen zukünftige Weiterentwicklung.



6. Mehr als Druckmessung

Moderne Drucksensoren werden zu intelligenten Bausteinen im Gesamtsystem

Die präzise und zuverlässige Erfassung von Druck bleibt die zentrale Aufgabe eines Drucksensors. Aufbauend auf einem leistungsfähigen Messelement können moderne Sensorplattformen heute jedoch deutlich mehr zur Funktion und Zuverlässigkeit des Gesamtsystems beitragen.

Höhere Auflösung und **schnellere Signalverarbeitung** ermöglichen es, auch kleine oder dynamische Druckänderungen präzise zu erfassen und für schnelle Regelkreise bereitzustellen. Gleichzeitig eröffnet eine leistungsfähigere Sensorelektronik neue Möglichkeiten für Diagnose und Systemüberwachung. Der Sensor kann nicht nur Messwerte liefern, sondern zusätzliche Informationen über seinen eigenen Zustand oder mögliche Fehlerzustände bereitstellen.

Auch **funktionale Sicherheit** und hohe **Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)** gewinnen in vielen Anwendungen an Bedeutung. In zunehmend komplexen und vernetzten Geräten muss der Sensor zuverlässig arbeiten und gleichzeitig dazu beitragen, kritische Zustände frühzeitig zu erkennen.

Die Anforderungen enden jedoch nicht beim Betrieb des Sensors. Ein modernes Sensorkonzept sollte ebenso eine effiziente Integration in die Produktion unterstützen und Anforderungen an Lagerfähigkeit, Verarbeitung und langfristige Versorgung berücksichtigen.

Damit erweitert sich die Rolle des Drucksensors: Aus einem präzisen Messwertgeber wird ein intelligenter Systembaustein, der Leistungsfähigkeit, Diagnose, Sicherheit, Robustheit und effiziente Produktion miteinander verbindet.



7. Kontinuierliche Weiterentwicklung der Plattform

Auf Bewährtem aufbauen. Kontinuierlich weiterentwickeln

Neue Anforderungen müssen nicht zwangsläufig zu einer vollständig neuen Plattform führen. Häufig bietet die gezielte Weiterentwicklung einer bewährten technologischen Basis erhebliche Vorteile.

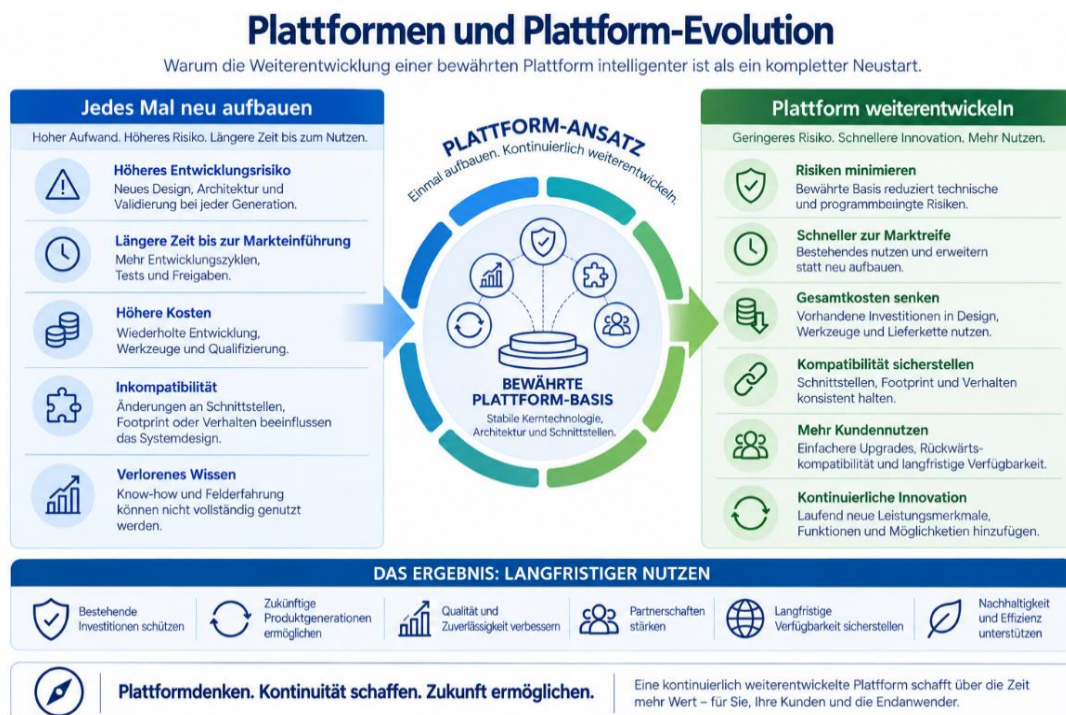
Mit jeder Produktgeneration verändern sich Anforderungen an Messleistung, Funktionen, Sicherheit, Schnittstellen oder Zuverlässigkeit. Wird darauf jeweils mit einer vollständig neuen Architektur reagiert, entstehen neue Entwicklungs- und Qualifikationsaufwände. Gleichzeitig erhöhen sich technische Risiken und bestehende Erfahrungen können nur begrenzt weiter genutzt werden.

Eine **kontinuierliche Plattformstrategie** verfolgt einen anderen Ansatz: **Bewährte Kerntechnologien, Architekturen und Schnittstellen bleiben möglichst erhalten, während neue Funktionen und höhere Leistungsfähigkeit gezielt ergänzt werden.**

Dadurch können bestehende Designs und Entwicklungserfahrungen über mehrere Produktgenerationen hinweg genutzt werden. Kompatible Schnittstellen, Bauformen und mechanische Abmessungen sowie definierte Migrationspfade erleichtern die Weiterentwicklung bestehender Produkte und reduzieren den Aufwand bei der Einführung neuer Generationen.

Für Hersteller bedeutet dies: **geringere Entwicklungsrisiken, besserer Schutz bestehender Investitionen und eine einfachere Modernisierung bestehender Produkte.** Gleichzeitig können neue Technologien und Funktionen schrittweise integriert werden, ohne bei jeder Generation wieder bei null zu beginnen.

Der langfristige Wert einer Plattform liegt deshalb nicht allein in ihrer heutigen Leistungsfähigkeit. Entscheidend ist ihre Fähigkeit, **Bewährtes zu erhalten und gleichzeitig kontinuierliche Weiterentwicklung zu ermöglichen.**



8. Für kontinuierliche Weiterentwicklung ausgelegt

Eine bewährte Basis mit der Flexibilität für zukünftige Anforderungen verbinden

Fazit:

Eine zukunftsorientierte Sensorplattform verbindet deshalb Stabilität mit Veränderungsfähigkeit: Sie schützt Bewährtes, reduziert Entwicklungsrisiken und schafft gleichzeitig die technologische Basis für kontinuierliche Weiterentwicklung.

Die Sensorentscheidung von heute schafft die Basis für die Produktgenerationen von morgen.

