



Wilhelm von Osten und der ‚Kluge Hans‘ (aufgenommen etwa 1908)

Bild: www.krytozoologie.net/PD

# Zwischen KI-Hype und Hardware-Realität

## Der ‚Kluge Hans‘ oder was der KI-Boom der Elektronikindustrie hinterlässt

**Hrvoje Zaric von Crowlight Partners, Andreas Folge von Nan Ya Plastics Corporation**

Die Prognosen verdichten sich, dass der KI-Hype 2026 einen Dämpfer erleiden könnte. Was steckt dahinter? Und welche Risiken drohen den Branchen für die Leiterplatten-, Halbleiter- und CCL-Produktion?

Die Indizien sind nicht zu übersehen. Die aktuelle KI-Investitionswelle ist nach Analysen von MarketWatch 17-mal größer als die Dotcom-Blase zur Jahrtausendwende und viermal so groß wie die Subprime-Krise von 2008 [1]. Investoren-Legende Michael Burry, der die Immobilienkrise voraussah, hat seinen Hedgefonds Scion abgemeldet und 1,6 Mrd. \$ gegen Tech-Giganten gewettet [2]. Jens Ehrhardt, einer der erfahrensten deutschen Vermögensverwalter, spricht davon, dass es „im Mai zum Schwur kommen könnte“ [3].

Für die Elektronikindustrie sind das keine abstrakten Warnungen: Nvidia, TSMC und die gesamte Zulieferkette für KI-Hardware stehen im Zentrum dieses

Booms. Doch pauschale Aussagen zur ‚bald platzenen KI-Blase‘ greifen zu kurz. Wir befinden uns nicht in einer Blase, sondern in dreien – mit jeweils unterschiedlichen Zeithorizonten.

1. Die Investorenblase ist die offensichtlichste und wird als erste eine Korrektur erfahren. Jeff Bezos, der die Dotcom-Krise als Amazon-CEO erlebte, beschrieb das Phänomen wie folgt: „When people get very excited, every experiment gets funded. Investors have a hard time distinguishing between good ideas and bad ideas.“[4] Genau das passiert heute: Mini-Teams erhalten Milliardenbewertungen ohne belastbares Geschäftsmodell – das



erforderte, läuft heute auf Cloud-Infrastruktur – angetrieben von Nvidias faktischem Hardwaremonopol. Drittens massives FOMO-Kapital: Fear of Missing Out treibt irrationales Verhalten. Das ist ein Warnsignal.

Gleichzeitig dürfen wir nicht übersehen, dass im Gegensatz zu Finanzblasen à la 2008 Industrieblasen wie die aktuelle KI-Welle der Gesellschaft einen Nutzen hinterlassen – etwa neue Medikamente, Infrastrukturen, Fähigkeiten. Was platzt, sind die Narrative und Bewertungen, nicht der technologische Fortschritt selbst. Die Frage ist also: Was ist real, und was ist Übertreibung?

### **Mustererkennung statt Intelligenz: Die technische Realität**

1907 begeisterte ein Pferd namens ‚Der kluge Hans‘ ganz Deutschland: Es konnte rechnen, Fragen beantworten, buchstabieren. Bis der Psychologe Oskar Pfungst entdeckte, dass Hans keine kognitiven Leistungen vollbrachte, sondern unbewusste Veränderungen in der Körpersprache seines Trainers las: Kopfbewegungen, Atemänderungen, Muskelanspannungen. Das Pferd war nicht intelligent; es war außergewöhnlich geübt im Mustererkennen. Was wir heute ‚künstliche Intelligenz‘ nennen, sind hochentwickelte statistische Systeme, die Muster in Trainingsdaten erkennen und reproduzieren. Large Language Models (LLMs) erzeugen Texte, die intelligent klingen, aber sie verstehen sie nicht. Sie besitzen kein Weltmodell, kein Kausalverständnis, kein Bewusstsein für Kontext, Ethik oder Konsequenzen. Eine aktuelle Studie [5] zeigt: Sprachmodelle ‚denken‘ fundamental anders als Menschen. KI-Forscher Gary Marcus erklärt, dass neuronale Netze innerhalb ihrer Trainingsdaten Muster erkennen und interpolieren, jedoch systematisch außerhalb davon versagen [6]. Dies lässt sich nicht durch mehr Training oder größere Datenmengen ausgleichen. Als ‚stochastische Papageien‘ können LLMs Wissen aus Textkorpora erstaunlich gut approximieren, doch das macht sie nicht intelligent. Ob eine Antwort korrekt ist, sagt nichts darüber aus, ob das Modell tatsächlich schlussfolgert. Der ‚kluge Hans‘ erinnert uns daran.

KI ist deshalb nicht nutzlos. Dort, wo Mustererkennung ausreicht – z. B. Bilderkennung, Sprachübersetzung, Code-Vervollständigung, Anomalie-Detektion in der Fertigung – sind diese Systeme extrem leistungsfähig. Doch nicht jede KI-Anwendung wird sich

als tragfähig erweisen. Für die Elektronikindustrie bedeutet das: Die Hardwarenachfrage ist real – aber für wie lange, und für welche Art von Anwendungen? Die physikalischen Grenzen der Systeme, ihre Energie- und Materialanforderungen sowie die Entwicklungsdynamik der Chips entscheiden darüber, wer in diesem Boom tatsächlich gewinnt.

### **Technologische Konsequenzen für die Elektronikindustrie**

Um die Dimension des Booms greifbar zu machen: Brancheninsider prognostizieren, dass einzelne Unternehmen künftig jährlich bis zu 1 Mrd. \$ nur für den Einkauf KI-spezifischer Leiterplatten ausgeben werden. Allein die TOP 4 der KI-fokussierten US-Unternehmen geben pro Quartal ca. 70 Mrd. \$ für IT-Infrastruktur, hauptsächlich KI-Rechenzentren, aus [7]. Zum Vergleich: Der gesamte weltweite Leiterplattenbedarf im Automobilbereich wird sich im Jahr 2025 voraussichtlich auf 9,5 Mrd. \$ belaufen [8]. Die gesamte Leiterplattenproduktion in Europa betrug für das Jahr 2024 ca. 2 Mrd. \$ [9].

KI ist nicht nur ein zentraler Wachstumstreiber der Elektronikindustrie, sie verändert auch die gesamte Wertschöpfungskette – von Halbleiterherstellern über CCL-Produzenten bis hin zum Leiterplattenfertiger. Moderne AI-Beschleuniger erreichen heute Speicherbandbreiten von mehreren Terabyte pro Sekunde und Leistungsaufnahmen von 500–700 W. Diese extremen Kennzahlen wirken tief bis in Materialsysteme, Entwicklungsprozesse und Produktionsmethoden hinein.

Das zeigt sich auf der physikalischen Ebene deutlich: Jeder Datentransfer aus dem HBM-Speicher verbraucht signifikant mehr Energie – und erzeugt somit mehr Wärme – als die Rechenoperation selbst. Durch ineffiziente Software entstehen darüber hinaus thermische Zyklen im ms-Takt. Ständige Temperaturwechsel verursachen mechanischen Stress und beschleunigen Verschleißprozesse wie zum Beispiel Hülsenrisse und Elektromigration. Welche Konsequenzen ergeben sich in den zentralen Segmenten der Elektronikindustrie?

Für Halbleiterhersteller

AI-Workloads erfordern spezialisierte Architekturen mit Tensor-/Matrix-Einheiten, mixed-Precision-Verarbeitung und leistungsfähigen On-Chip-Netzwerken. Das treibt die Entwicklung zu

feineren Prozessknoten (4 nm und darunter), fortschrittlichem Packaging (2.5D/3D-Integration) und HBM-Anbindung. Dadurch steigen Anforderungen an Interposer, Low-Dk/Df-Dielektrika, Barriere-metalle und ultrapure Prozesschemikalien. Parallel unterstützt KI die Fertigungsoptimierung (Yield, Defekterkennung, Predictive Maintenance).

**Fazit:** Packaging-Komplexität, Materialreinheit und Prozessfähigkeit werden zum strategischen Differenzierungsfaktor – das neue technologische Niveau bleibt über den KI-Hype hinaus relevant.

Für Leiterplattenhersteller

Datenraten von 56-112 Gbps, perspektivisch bis 224 Gbps, PAM4, PCIe 6.0/7.0 sowie 1,6-Tbit-Ethernet verlangen hochlagige HDI-Boards (24-36 Lagen und mehr), präzise Impedanzkontrolle (Toleranzen  $\pm 5\%$  und niedriger) und Ultra-Low-Loss-Materialien. Standard-FR-4 stößt an Grenzen; gefragt sind besonders glatte Kupferfolien, optimierte Via-Strukturen (Backdrilling, multiple buried, blind und Microvias) und Materialien mit geringen Verlusten und stabilen elektrischen Eigenschaften bei 20-70 GHz. Der Engpass ist die Signalqualität: Verlustarme Materialien, saubere Geometrien und thermisch robuste Designs verhindern Reflexionen, Crosstalk und Dämpfung. Die hohe Leistungsdichte der AI-Prozessoren verschärft zudem thermische Anforderungen: CAF-Beständigkeit, CTE-Stabilität und hohe Tg-Werte werden essenziell.

**Fazit:** High-Speed- und Thermostandards, spezielle Impedanzkontrolle und höchste Signalqualität werden zur Basistechnologie der nächsten Ära – für KI, aber auch in Telekom, Automotive und Luftfahrt.

Für CCL-Hersteller

Harzsysteme, Glasgewebe und Kupferfolien müssen gezielt für Hochgeschwindigkeitsanwendungen entwickelt werden: Ultra-Low-Loss-Laminat (Df 0,002-0,001), Tg > 180 °C und sehr glatte Kupferoberflächen (z. B. HVLP4/HVLP5). Spezielle Harze in Kombination mit speziellen Füllstoffen bieten stabile Performance jenseits 30 GHz, teilweise kombiniert mit optimierten Glasgeweben (Low Dk 1-3/Low CTE-Glas) oder sogar Quarz. KI-gestützte Materialmodellierung beschleunigt die Rezepturentwicklung und verbessert Zuverlässigkeit und Prozessfähigkeit.

**Fazit:** Die KI-Welle katalysiert eine neue Materialgeneration. Dieser Fortschritt wird auch künftige Hochfrequenz- und Hochtemperaturanwendungen tragen. Material-, Design- und Prozessinnovationen werden also bleiben.

### Ausblick: Konsolidierung mit bleibendem Fortschritt

Solange die Nachfrage das Angebot übersteigt und technische Anforderungen sowie Rohstoff-, Energie- und Prozesskosten steigen, werden sich auch die Preise verändern – zunächst nach oben. Doch unabhängig davon zeigt sich: Der KI-Hype verändert nicht nur Software, Geschäftsmodelle, Preise und Nutzerverhalten. Er greift auch tief in die Wertschöpfungskette und physische Realität der Elektronikindustrie ein – vom Halbleiter über das Laminat bis hin zum fertigen Board. Wer elektrische und mechanische Parameter im Design versteht, geeignete Materialsysteme in der PCB-Herstellung auswählt und prozesssichere Fertigungstechnologien etabliert, verschafft sich einen nachhaltigen Vorteil.

Die Frage für Hersteller lautet nicht, ob der Boom endet – sondern ob sie dies für den Aufbau der richtigen Fähigkeiten nutzen. Wer jetzt in Packaging-Kompetenz, Fertigungstechnologien, Materialsysteme und High-Speed-Design investiert, partizipiert an der aktuellen Entwicklung und positioniert sich für den nächsten Zyklus.

### Referenzen

- [1] [www.marketwatch.com/story/the-ai-bubble-is-17-times-the-size-of-the-dot-com-frenzy-this-analyst-argues-046e7c5c](https://www.marketwatch.com/story/the-ai-bubble-is-17-times-the-size-of-the-dot-com-frenzy-this-analyst-argues-046e7c5c) (Abruf: 8.12.2025).
- [2] [www.faz.net/aktuell/finanzen/big-short-investor-burry-meldet-seinen-hedgefonds-scion-ab-accg-110778966.html](https://www.faz.net/aktuell/finanzen/big-short-investor-burry-meldet-seinen-hedgefonds-scion-ab-accg-110778966.html) (Abruf: 8.12.2025).
- [3] [www.handelsblatt.com/finanzen/anlagestrategie/aktien-jens-ehrhardt-zur-ki-blase-im-mai-koennte-es-zum-schwur-kommen/100177654.html](https://www.handelsblatt.com/finanzen/anlagestrategie/aktien-jens-ehrhardt-zur-ki-blase-im-mai-koennte-es-zum-schwur-kommen/100177654.html) (Abruf: 8.12.2025).
- [4] Podiums-Interview während der Italian Tech Week 2025 am 3.10.2025.
- [5] Kargupta, Priyanka et al. (2025): Cognitive Foundations for Reasoning and Their Manifestation in LLMs. Online verfügbar unter: [arxiv.org/abs/2511.16660](https://arxiv.org/abs/2511.16660) (Abruf: 8.12.2025).
- [6] Marcus, Gary (2020): The Next Decade in AI: Four Steps Towards Robust Artificial Intelligence. Online verfügbar unter: [arxiv.org/abs/2002.06177](https://arxiv.org/abs/2002.06177) (Abruf: 8.12.2025).
- [7] Prismark TPCA 2025.
- [8] Prismark TPCA 2025.
- [9] data4PCB, in4ma Forum 2025 Bonn.

### Quellen

- [\*] Gartner Insight; Haritha Khandabattu, Birgi Tamersoy, „Hype Cycle for Artificial Intelligence, 2025“, 11. Juni 2025.