

## Executive Summary zum Forschungsthemenpapier eDesign 2018-2022

### Inhalt:

- Was ist eDesign 2018-2022 Und wozu dient es?
- Warum ist eDesign 2018-2022 wichtig?
- Was ist die Grundlage für die Forschungsthemen in eDesign 2018-2022?
- Was sind die großen Herausforderungen für eDesign?
- Was sind die entscheidenden Forschungsthemen in eDesign 2018-2022?
- Welche Forschungsthemen sind für welche Anwendung wichtig?
- Schlussfolgerung

### Was ist eDesign 2018-2022 Und wozu dient es?

eDesign 2018-2022 ist ein Forschungsthemenpapier für anwendungsorientiertes Design elektronischer Komponenten und Systeme. Darin sind die für die deutsche Mikroelektronikindustrie bedeutsamen Forschungsthemen rund um den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen und Systeme (kurz in dem Begriff „eDesign“<sup>1</sup> zusammengefasst) herausgearbeitet.

eDesign 2018-2022 wurde von den im edacentrum e.V. organisierten Unternehmen und Forschungseinrichtungen erstellt und soll die Basis für künftige strategische Entscheidungen rund um eDesign und die Fokussierung von Forschungsinitiativen auf diesem Gebiet sein.

### Warum ist eDesign 2018-2022 wichtig?

eDesign 2018-2022 leistet einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung des Rahmenprogramms der Bundesregierung für Forschung und Innovation 2016–2020, das im Rahmen der neuen Hightech-Strategie veröffentlicht wurde. Laut der neuen Hightech-Strategie der Bundesregierung trägt die Mikro- und Nanoelektronik entscheidend dazu bei, die Innovationskraft Deutschlands voranzutreiben. Da Fortschritt in der Mikro- und Nanoelektronik auf Innovationen in eDesign basiert, ist eDesign somit unverzichtbar. eDesign bestimmt auch maßgeblich die Leistungsfähigkeit und Qualität von Systemen und Produkten, da fast jedes moderne Spitzenprodukt (mikro-) elektronische Komponenten und Systeme besitzt, welche ohne eDesign nicht hergestellt werden können.

---

<sup>1</sup> eDesign umfasst

- Entwurf, Verifikation und Test elektronischer Schaltungen und Systeme sowie
- die dafür erforderlichen Methoden und Werkzeuge für die Unterstützung und Automatisierung (EDA) von Entwicklungsprozessen.

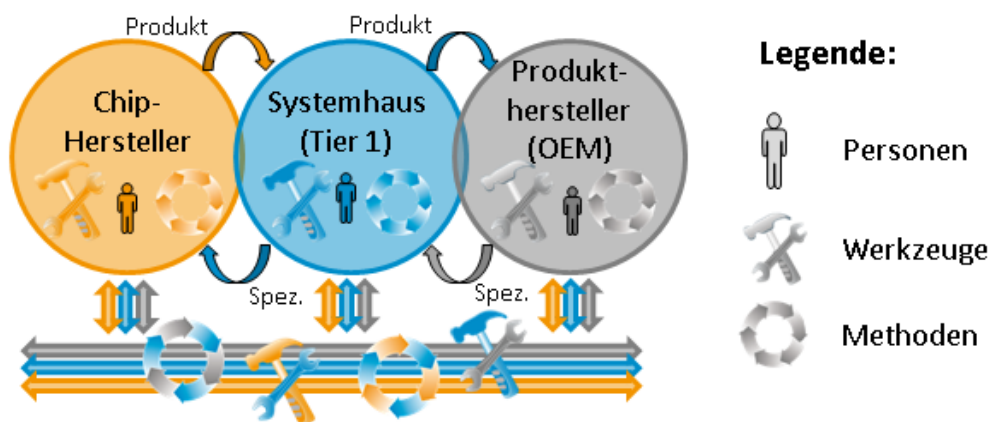
**Was ist die Grundlage für die Forschungsthemen in eDesign 2018-2022?**

Das Rahmenprogramm Mikroelektronik hat die Leitlinien und Ziele für Mikroelektronik in Deutschland anhand ausbauwürdiger technologischer Grundlagen und Technologiekompetenzen im Hinblick auf Mikroelektronik-Zukunftsanwendungen identifiziert. Solche Zukunftsanwendungen wie (Elektro-) Mobilität, Industrie 4.0 oder das Internet der Dinge ergeben sich aus den heute an uns gestellten Zukunftsaufgaben Digitalisierung der Wirtschaft, nachhaltige, wirtschaftliche und zuverlässige Energieversorgung, intelligente Mobilität und Erhaltung der Gesundheit. Im Forschungsthemenpapier eDesign 2018-2022 bilden daher diese Zukunftsaufgaben die Grundlage der für Deutschland relevanten Forschungsthemen im Bereich eDesign.

**Was sind die großen Herausforderungen für eDesign?**

Ein wesentliches Ziel von eDesign ist, die Anforderungen aus den Anwendungsfeldern beim Entwurf neuer Systeme zu berücksichtigen. Es bedient sich dabei der vorhandenen Technologiekompetenzen und berücksichtigt die Entstehung neuer Technologien. Es hat sich gezeigt, dass mit der Einführung neuer Technologien häufig bedeutende qualitative und quantitative Verbesserungen in der Mikroelektronik einhergehen, die zu Chancen für neue Produkte mit völlig neuen Eigenschaften führen. Daher muss eDesign auch in der Lage sein, neue Technologien mit der notwendigen Qualität dem Entwerfer zur Verfügung zu stellen, um sie für neue Produktideen wirtschaftlich einsetzen zu können.

Darüber hinaus spielt eDesign auch eine wichtige Rolle bei der Wertschöpfungsketten-übergreifenden Zusammenarbeit, weil es dabei unterstützt, dass die neu entstehenden Schnittstellen entlang der gesamten Wertschöpfungskette eine Zusammenarbeit sowohl der beteiligten Personen als auch der Methoden und Werkzeuge ermöglichen. Auf diese Weise sorgt eDesign für eine weitgehende Kopplung zwischen den beteiligten Entwicklungsumgebungen, wie die Abbildung 1 zeigt. In diesem System der technisch-wirtschaftlichen Zusammenarbeit entsteht neben der Geschäftsbeziehung auch eine Entwicklungspartnerschaft.



**Abbildung 1: Wertschöpfungsketten-übergreifende Produktentwicklung mit eDesign**

Ziel einer solchen Zusammenarbeit mit eDesign ist ein durchgängiger Entwicklungsprozess von der Anwendungsentwicklung bis zum Design der IC-Komponenten. Zur Unterstützung der Wertschöpfungsketten-übergreifenden Produktentwicklung muss sich eDesign den folgenden vier großen Herausforderungen stellen:

- Umsetzung sicherer Systeme ermöglichen (engl. Safety- /Security critical Systems).
- Beherrschen der Komplexität (engl. complexity, More Moore).
- Beherrschen der Diversität (engl. diversity, More than Moore).
- Beherrschen multipler Randbedingungen (engl. Managing of Multiple Constraints).

### **Was sind die entscheidenden Forschungsthemen in eDesign 2018-2022?**

Innerhalb der o.g. großen Herausforderungen für eDesign lassen sich zahlreiche einzelne Forschungsthemen und -bereiche identifizieren, die in eDesign 2018-2022 benannt und hier – gegliedert nach den vier Herausforderungen –im Folgenden kurz charakterisiert werden:

#### **Sichere Systeme ermöglichen**

Gegenstand dieser Herausforderung ist, nahtlose Entwicklungsmethoden und Werkzeuge für kritische Systeme mit einem starken Fokus auf Sicherheitsanalyse und Zertifizierung zu ermöglichen. Schwerpunktthemen sind die Modellierung kritischer Systeme, modellbasiertes Design, Verifikations- und Validierungs- (V&V-) Technologien, virtuelle Plattformen und Simulationsunterstützung für sichere zertifizierte elektronische Komponenten und Systeme. „Mixed-Criticality design“ zur Implementierung von Systemen, die Funktionen unterschiedlicher Sicherheitsstufen kombinieren, ist eine zusätzliche Herausforderung, genau wie der zunehmende Automatisierungs- und Vernetzungsgrad vieler neuer und innovativer elektronischer Komponenten und Systeme. Auch Automatisierung und die immer größere Fähigkeit zur Zusammenarbeit mit anderen technischen Systemen und mit Menschen sowie eine zunehmende (semi-) autonome Entscheidungsfähigkeit gilt es zu berücksichtigen.

#### **Komplexität beherrschen**

Gegenstand dieser Herausforderung ist es, Lösungen für die Gestaltung der komplexen elektronischen Komponenten und Systeme rechtzeitig zu marktfähigen Kosten zu entwickeln. Es konzentriert sich auf System-Design-Themen, Architektur-Exploration und Design und die zugehörigen Prozesse zur Umsetzung. Dabei werden Methoden und zugehörige Werkzeuge etabliert und erweitert, die erforderlich sind, um die ständig wachsende Komplexität innovativer elektronische Komponenten und Systeme bewältigen zu können und gleichzeitig die Produktivität zu steigern.

Mit zunehmender Bedeutung der Elektroniksysteme und vor allem unter dem Einfluss vernetzter Systeme steigt die Komplexität neuer und innovativer elektronische Komponenten und Systeme kontinuierlich. Bessere und neue Methoden und Werkzeuge sind nötig, um diese abermals gestiegene Komplexität zu bewältigen und die Entwicklung und Gestaltung derartiger komplexer Systeme zu ermöglichen, die alle funktionalen Anforderungen erfüllen und durch hohe

Produktivität zu marktfähigen Lösungen werden. Diese Herausforderung konzentriert sich auf Architekturprinzipien, System-Design-Themen, Hardware-Software-Co-Design und den Gesamtentwicklungsprozess, um diese Ziele zu erreichen.

#### Diversität beherrschen

Gegenstand dieser Herausforderung ist es, Design-Technologien zu entwickeln, mit denen komplexe, intelligente Systeme und Dienstleistungen ermöglicht werden, die auf heterogenen Elementen und Funktionen basieren. Dies schließt auch V&V-Methoden ein, die für mehrere Domänen wie elektrisch, mechanisch, fluidisch oder optisch gleichzeitig funktionieren.

Dazu muss eine breite Palette von Anwendungen unterstützt werden. Mit zunehmender Vielfalt der heutigen heterogenen Systeme / Entwürfe, die die Integration von Analog, Mixed-Signal, Digital, Sensoren, MEMS, Aktoren und Power-Devices erfordern, müssen alle physikalischen Domänen ggf. auch auf Systemebene sowie eingebettete Software berücksichtigt werden. Diese Designvielfalt ist enorm. Sie erfordert eine multifunktionale Optimierung von Systemen, Komponenten und Produkten auf der Basis heterogener Modellierungs- und Simulationswerkzeuge. Last but not least ist eine Verbindung der digitalen und physischen Welt erforderlich.

#### Multiple Randbedingungen berücksichtigen

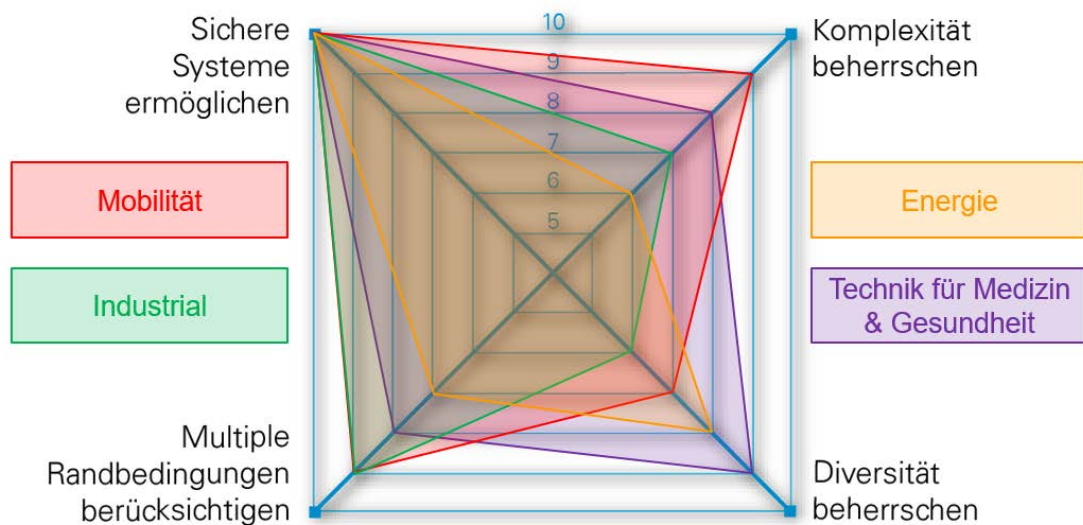
Gegenstand dieser Herausforderung ist es, Design-Technologien zu entwickeln, die verschiedene Randbedingungen erfüllen. Dazu gehört die Sicherstellung funktionaler und extra-funktionaler Eigenschaften (z. B. Design-for-Yield, Robustheit, Zuverlässigkeit, Sicherheit), die gemeinsame Berücksichtigung von funktionalen und nicht-funktionalen Eigenschaften (z. B. Leistungsverbrauch, Temperatur, Zeit, etc.) sowie die Berücksichtigung der Einschränkungen, die sich aus den Anwendungen ergeben. Die Berücksichtigung von Randbedingungen zwischen den verschiedenen, in Systemen relevanten Domains, ist ein wichtiges Thema für den Systementwurf.

Wichtig ist die in den Entwurfsprozess integrierte Berücksichtigung nicht-funktionaler Eigenschaften, da diese sehr häufig über den Markterfolg eines Produktes entscheiden. Diese wichtigen oft Technologie-bedingten nicht-funktionalen Eigenschaften können nicht isoliert analysiert und optimiert werden, sondern müssen gemeinsam mit den funktionalen Eigenschaften betrachtet werden. Daher werden geeignete Modelle, Methoden und Werkzeuge benötigt, um diese multiplen Randbedingungen zu berücksichtigen. Langfristig gilt es Methoden und Werkzeuge für die Berücksichtigung aller relevanten Randbedingungen (Constraints) zu erforschen und zu entwickeln.

Um mehrere auch nicht-funktionale Randbedingungen zu verwalten und zu optimieren, bedarf es einer Integration von Methoden und Werkzeugen zur Analyse und Optimierung dieser Constraints in einem ganzheitlichen Ansatz. Dazu gehören Ultra-Low-Power-Design sowie Überwachungs- und Diagnosemethoden und -werkzeuge, die sichere erweiterbare Systeme genauso ermöglichen, wie die Nutzung neuer Technologieknoten, die Entwicklung effizienter Methoden für Zuverlässigkeit und Robustheit in hochkomplexen Systemen sowie Modellierung, Test und Analyse unter Berücksichtigung von Variabilität und Degradation ermöglichen.

**Welche Forschungsthemen sind für welche Anwendung wichtig?**

Die aus den Zukunftsthemen der neuen High-Tech Strategie der Bundesregierung ableitbaren vier Anwendungsfelder Mobilität, Industrial, Energie und Technik für Medizin und Gesundheit besitzen sowohl unterschiedliche als auch gemeinsame Anforderungen, für die ein konkreter Forschungsbedarf für den Entwurf mikroelektronischer Bauelemente und Systeme abgeleitet werden kann. Wenn man die Anforderungen dieser Anwendungsfelder im Hinblick auf die vier o.g. großen Herausforderungen von eDesign betrachtet und die Bedeutung der Herausforderungen für das jeweilige Anwendungsfeld quantifiziert, kommt man zu der nachfolgend dargestellten Priorisierung der Herausforderungen:



**Abbildung 2: Bedeutung der vier großen eDesign-Herausforderungen für die vier in eDesign 2018-2022 betrachteten Anwendungsfelder**

Die Abbildung zeigt, wie bedeutsam die vier großen eDesign-Herausforderungen auf einer Skala 1-10 (1=unwichtig, 10=extrem wichtig) für die vier Anwendungsfelder sind. Auffällig ist, dass man in allen Anwendungen ein besonderes Augenmerk auf sichere Systeme richtet, was auf den zunehmenden Vernetzungs- und Automatisierungsgrad heterogener Elemente und Netze zurück zu führen ist.

**Schlussfolgerung: eDesign ist nicht alles, aber ohne eDesign ist alles nichts!**

Mikroelektronik und eDesign zählen zu den wichtigsten Schlüsseltechnologien für Deutschland, die sich als Innovationsmotor für nahezu alle Industrien durch eine besonders hohe Multiplikationswirkung auszeichnen. Sie sind die Technologien mit einer der größten volkswirtschaftlichen Hebelwirkungen – gerade und vor allem für die in der neuen Hightech-Strategie der Bundesregierung Deutschland definierten sechs prioritären Zukunftsaufgaben für Wertschöpfung und Lebensqualität: Digitale Wirtschaft und Gesellschaft, Nachhaltiges Wirtschaften und Energie, Innovative Arbeitswelt, Gesundes Leben, Intelligente Mobilität und zivile Sicherheit. Ihre Beherrschung ist die Voraussetzung für die Bewältigung der großen

Herausforderungen unserer Zeit wie Klimawandel, neue Energien und alternde Gesellschaft. Es gilt die einfache Aussage: „eDesign ist nicht alles, aber ohne eDesign ist alles nichts!“

Die Entwicklung mikroelektronischer Schaltungen und Systeme stellt deshalb eine deutsche Kernkompetenz dar, die auch aus strategischen Gründen in Deutschland verbleiben und gezielt weiterentwickelt werden muss. Gerade bei der Mikroelektronik gilt es, auch politisch und strategisch unabhängig zu sein, weil sie eine wesentliche Basis der Innovation heutiger Produkte und Dienstleistungen darstellt. Eine solche Basis sollte man sich nicht mit dem Mitbewerber teilen, weil man damit wichtiges Potential für ein Alleinstellungsmerkmal verliert.

Aus diesen Gründen hat die im edacentrum organisierte Industrie die Initiative ergriffen, um für die Bewältigung dieser Herausforderungen die in 2010 erstellte gemeinsame, übergreifende Strategie weiter zu entwickeln. Diese hat zum Ziel sowohl die industriellen Initiativen als auch die Unterstützungsprogramme der öffentlichen Hand auf die entscheidenden Arbeitsschwerpunkte auszurichten. Die beteiligten Unternehmen sind dabei von den folgenden richtungsweisenden Thesen ausgegangen:

- Mikroelektronik und eDesign sind notwendige Schlüsseltechnologien für die Bewältigung der globalen Herausforderungen.
- Fast jedes moderne Spitzenprodukt ist ein System, das mit eDesign beginnt: Es bestimmt maßgeblich Leistungsfähigkeit und Qualität der Systeme und Produkte.
- eDesign setzt beim Chip- und Systementwurf an und muss sich aber entlang der verschiedenen Wertschöpfungsketten bis in die Zuliefer- und Anwenderindustrien ziehen.
- eDesign ist von strategischer Bedeutung für die Exportnation Deutschland, die auf besonders leistungsfähige, hochwertige Produkten angewiesen ist.
- eDesign selbst steht vor großen neuen Herausforderungen und muss parallel mit anderen Technologien zeitnah weiterentwickelt werden.
- Es ist notwendig und im allgemeinen Interesse, die drängenden Herausforderungen im Bereich eDesign in einer konzertierten nationalen/europäischen Aktion anzugehen.

Mit dem vorliegenden eDesign Forschungsthemenpapier wird eine Re-Fokussierung des im Jahr 2010 veröffentlichten „eDesign 2010–2014“ benannten Forschungsschwerpunkte auf Basis dieser Thesen vorgenommen. Es wird vorgeschlagen, aufbauend hierauf die erfolgreiche Zusammenarbeit der letzten Jahre mit neuen Schwerpunkten und Instrumenten auf eine neue Basis zu stellen. Nur in einem konzertierten Vorgehen von Anwendungs- und Zulieferindustrie, Halbleiterindustrie, eDesign-Industrie, Forschungseinrichtungen auf allen Ebenen und öffentlicher Hand wird es möglich sein, sich den Herausforderungen des Chipentwurfs erfolgreich zu stellen und in Deutschland den technologischen Vorsprung zu halten und weiter auszubauen.