



# SCubics

Smart Sensing Systems



**Ziele  
&  
Strategie**

April 2019

## SCubics

## Intelligente, führende Systeme (Smart Sensing Systems) für das IoT

SC-Technologieziel: Technologieführerschaft bei „Smart Sensing Systems“

SC-Organisationsziele:

1. Das Technologie-Netzwerk für „Smart Sensing Systems“ in Spitzenstellung für Networking, Ausbildung, Basis- & Umsetzungsprojekte und Standardisierung
2. Unterstützung der Industrie (Technologie- & Forschungsdienstleister, Einzel-, Kleinserien-, Massenproduzenten sowie weitere Zielindustrien) bei Wachstum & Ansiedlung
3. Ansiedlung forschungsnaher Industriezentren für die erforderlichen, interdisziplinären Entwicklungs- und Fertigungsprozesse sowie (Aus-)Gründung von SC - Startups
4. Eine innovative Marke „Smart Sensing Systems“ mit Strahlkraft - in globaler Spitzenstellung

### Vorwort

Im lebenden Organismus sind viele Millionen Sinneszellen über das Nervensystem mit den ihnen entsprechenden Gehirn-Arealen verbunden. Auf diese Weise wird die Befindlichkeit der Körperteile erfasst und die Wahrnehmung der Umwelt sichergestellt.

In der Technik lassen sich derartige Systeme nach dem Vorbild der Natur wegen der dort vorhandenen, hohen „Sensor“-Anzahlen und der unzähligen Übertragungswege nicht realisieren. Vergleichbare Funktionen sind indes unentbehrlich, um die aktuellen Anforderungen an schnelle und sichere Systemregelung, Qualitätsüberwachung, Instandhaltung, Material- und Energieeinsparung erfüllen zu können. Daher sind Komponenten und Systeme zu entwickeln, die sich - gegenüber lebenden Organismen - durch eine erheblich **reduzierte Sensormenge** auszeichnen. Was jedoch bedeutet, dass - bei einem gleichzeitig der Natur ähnlichen Informationsbedarf - den einzelnen „Empfindungen“ vor Ort via Edge-Computing eine **höhere Aussagekraft** zuzuordnen ist:

Der zukünftige Antriebsstrang eines Automobil-Fahrwerks meldet der Steuerzentrale also nicht mehr: „Fehler in der Kraftübertragung“, sondern: „Die Struktur der Kardanwelle ist durch Einschlag geschädigt. Die Fahrt kann fortgesetzt werden, das maximale Drehmoment ist jedoch um 15% zu reduzieren. Tausch bei der nächsten Inspektion empfehlenswert.“

In Analogie zu diesem Beispiel werden „führende, sich-selbst-mitteilende Komponenten und Module“ Bestandteil zukünftiger Windkraftanlagen, Flugzeugflügel, mobiler H<sub>2</sub>-Tanks, Gas-Pipelines, ..., Krankbetten, Kleidungsstücke oder Spielzeuge sein.

Zur Realisierung der anvisierten technischen Eigenschaften bieten sich grundsätzlich **zwei Lösungswege** an:

**Beim ersten Weg** sind möglichst wenige, miniaturisierte und energieautarke Sensoren fertigungstechnisch an geeigneter Stelle **in die betreffenden Komponenten hinein** zu integrieren sowie deren Messsignale innerhalb der betreffenden Module zu deuten und zu verarbeiten.

**Die zweite Alternative** nutzt „lauschende“ oder „beobachtende“ Sensorik in Form von Schwingungsmesstechnik oder Kamerasystemen, die, **an der Modul- bzw. Systemperipherie** installiert, ein Informationsgemenge liefern, das zur weiteren Nutzung anspruchsvolle Filter- und Deutungsalgorithmen erfordert.

**Bei beiden Philosophien** ist sowohl den Modulen als auch den übergeordneten Systemen mittels KI die Fähigkeit zu vermitteln, sich selbständig zu optimieren. Die KI vergleicht die mittels der beschriebenen Sensorik möglichst real erfasste Umwelt mit den digitalen Zwillingen, die dem menschlichen Erfahrungsschatz entsprechen und passt diese im Rahmen des „Erfahrungsaufbaus“ immer stärker hinsichtlich des Systemzwecks an.

Obwohl die Notwendigkeit zur Entwicklung dementsprechender, neuer Produktklassen und informationstechnischer Prozesse schon längere Zeit bekannt ist und die erforderlichen Technologien inzwischen weitgehend vorhanden sind, stehen brauchbare Lösungen noch aus. Denn von einzelnen - auch großen - Unternehmen kann die Komplexität und Interdisziplinarität der unerlässlichen **Entwicklungsschritte** nicht bedient werden:

- Komponentensimulation zur Ermittlung von Komponentenverhalten und geeigneten Messstellen
- Anforderungsgerechte Auswahl von Material, Sensorik und Fertigungsprozess
- Herstellung von Prototypen und Formulieren geeigneter Fertigungsprozesse
- Signalverarbeitung, -deutung und -übertragung
- Sensor-, Komponenten- und Modulsimulation zur Erstellung Digitaler Zwillinge
- Integration der Module in übergeordnete Systeme sowie Optimierung des Modul- und Systemverhaltens unter Nutzung der Künstlichen Intelligenz (KI)
- Überführung in die wirtschaftliche Nutzung

Das Spitzentechnologie-Netzwerk **SCubics** wird diese Herausforderung annehmen und in Erfolg wandeln: Mit Networking, Projekten, kooperativen Lernprozessen und Ausbildung.

### Das Ziel:

- Eine neue „Marke“ mit Strahlkraft - mit nachhaltiger Auswirkung auf Wachstum und Arbeitsplätze in industriellen / öffentlichen Entwicklungs- und Forschungszentren, Fertigungsstätten sowie zahlreichen Startups.

## SC - Motivation

Aufmerksame *Situationserfassung* ist die Grundlage intelligenten Handelns.

Forschung und Industrie definierten im Rahmen von Industrie 4.0 Strategien zur Prozessoptimierung bei Fertigung, Logistik, Instandhaltung und Produktentwicklung. Für die rapide autonomer werdenden Anlagen und Erzeugnisse aller Branchen benötigen diese **eine neue Klasse technischer Systeme: „Smart Sensing Systems“ - bestehend aus „führenden“ Komponenten**, die den biologischen Sinnesorganen entsprechen, *Situationen erfassen* und die künstliche Intelligenz informieren.

Die „führenden“ Komponenten übertragen - mittels integrierter Sensoren - aussagekräftige Zustandsinformationen an die übergeordnete Leitebene. Solche Informationen stellen jeweils das Ergebnis einer Auswertung lokaler Messergebnisse dar (Edge Computing) und beschreiben den Zustand der Komponente innerhalb des Systems. Die für Messung, Datenverarbeitung und Signalübertragung erforderliche Energie beziehen die Komponenten aus ihrer Umwelt (Energy Harvesting). Für den Informationstransfer verwenden sie neue, auch drahtlose Wege.

Einige Beispiele:

- Zahnräder generieren die Energie für die integrierten Sensoren aus Schwingung. Informationen über Verschleiß und Betriebsverhalten, die sie aus dem Getriebe nach außen senden, unterstützen - im Betrieb - die Instandhaltung und geben - in der Forschung - Experten Hinweise für die Zahnhalsentwicklung.
- Sensorische Fassadenelemente erhalten die Mess-Energie aus Temperaturdifferenzen und übermitteln dem Building Lifecycle Management wertvolle Erkenntnisse.
- smarte Flügel schließen aus dem Strukturverhalten tragender Komponenten auf Fluggeschwindigkeitsänderungen und liefern diese dem Regelungsprozess „Flügelkrümmung & Auftrieb“ als Echtzeit-Eingangsgroßen.
- Automobil-Chassis, als KI-Systeme mit vielen smarten Komponenten ausgestattet, teilen der Gesamtheit der autonom fahrenden Flotte den Straßenzustand ihrer jeweiligen Position mit.
- H<sub>2</sub>-Tanks und Gas-Pipelines informieren selbständig und zuverlässig über ihren „Gesundheitszustand“ und verlängern dadurch Inspektionszyklen.
- Bremsstäbe, Querlenker, Generatoren- und Antriebselemente, ..., Kleidungsstücke, Spielzeuge, Krankbetten: Nahezu alle Branchen suchen Funktionen, Komponenten und Systeme.

Die smarten Komponenten sind Bestandteile technischer Teilsysteme (Module), die wiederum innerhalb übergeordneter - physischer und informationstechnischer - Systeme interagieren. Dazu **unerlässliche, hochkomplexe Funktionen sind nur mit Simulationsmodellen (Digital Twins) und zunehmend unter Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) realisierbar**.

Die KI befähigt die „Smart Sensing Systems“, selbstständig - durch Einbeziehen neuer Erfahrungen - zu lernen. Im Verbund liefern KI und „Sensing Systems“ die zur Erstellung und Weiterentwicklung innovativer Systemkonzepte erforderliche Wissensbasis. Gemeinsam repräsentieren sie daher eine **„Enabling Technology“ für Digitalisierung, Vernetzung und Automatisierung im Rahmen von Industrie 4.0 und Big Data**.

Viele Industrie-Branchen erhoffen sich - z.B. in Robotik, Mobility, Bau und Life Science sowie in der Textil-, Energie- und Produktionstechnik - von dem anvisierten Technologiesprung erhebliche Wettbewerbsvorteile:

- Effizienz- und Qualitätsvorsprünge bei Produktion und Instandhaltung sowie in der Systementwicklung
- Gewichts- und Materialeinsparung durch messtechnisch ermöglichte Annäherung an Belastungsgrenzwerte
- Innovationsführerschaft bei sensiblen Produkten und autonom agierenden Systemen

Aufgrund der vielfältigen Einsatzfelder haben Smart Sensing Systems das Potenzial, die Gestaltung technischer - und auch nicht-technischer - Prozesse zu revolutionieren.

**SC - Ziel: Das Technologienetzwerk SCubics, das in der Zukunftstechnologie „Intelligente, fühlende Systeme - Smart Sensing Systems“ die → Spitzenposition einnimmt!**

Die Industrie hat die technologischen und wirtschaftlichen Chancen der Systemintelligenz, die sich auf integrierte sensitive Komponenten stützt, erkannt.

Mehr als 100 Unternehmen - davon circa 50% KMU - und etwa 15 Forschungseinrichtungen bekundeten bereits, sich gemeinsam im Technologienetzwerk **SC** partnerschaftlich auf den Weg machen zu wollen, um gemeinsam den Innovationsprung vom einfachen Sensor zu intelligenten fühlenden Systemen zu bewältigen. Mit dieser neuen Systemkategorie wollen sie zentrale funktionale Bausteine für das Internet of Things, Services & Persons (IoTSP) und zukünftige Produkte realisieren.

Vielen **Technologie-KMU** und **Großunternehmen** bietet das Innovations- und Arbeitsfeld „Smart Sensing Systems“ die einmalige Chance, zu wachsen und sich im internationalen Wettbewerb mit überzeugenden neuen Produkten und Dienstleistungen zu positionieren.

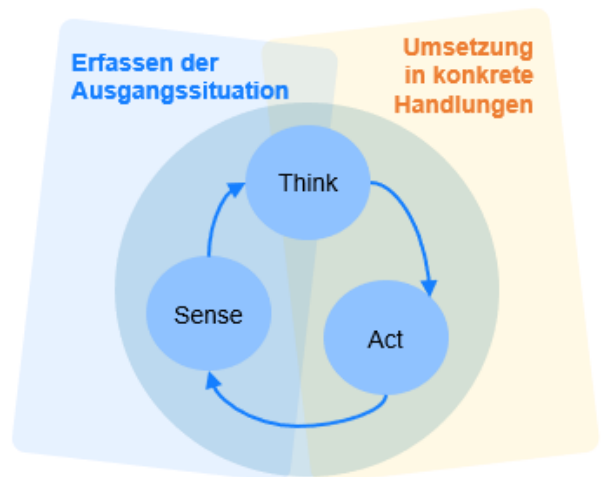
Die hohe Interdisziplinarität erfordert mittelfristig **umfangreiche, forschungsnahe Entwicklungs- und Fertigungszentren** und bietet **Startups, Dienstleistern und Produzenten** interessante Arbeits- und Wachstumsfelder. Um deren effizienten Betrieb und nachhaltige Kooperation zu gewährleisten, empfiehlt sich die Berücksichtigung innovativer, industrieller Kooperationskonzepte (z.B. das „Virtuelle Unternehmen“).

## SC - Technologie- und Prozessausrichtung

Erst intelligente, fühlende Systeme sind in der Lage, den Ansprüchen innovativer wissensbasierter Ansätze umfassend gerecht zu werden.

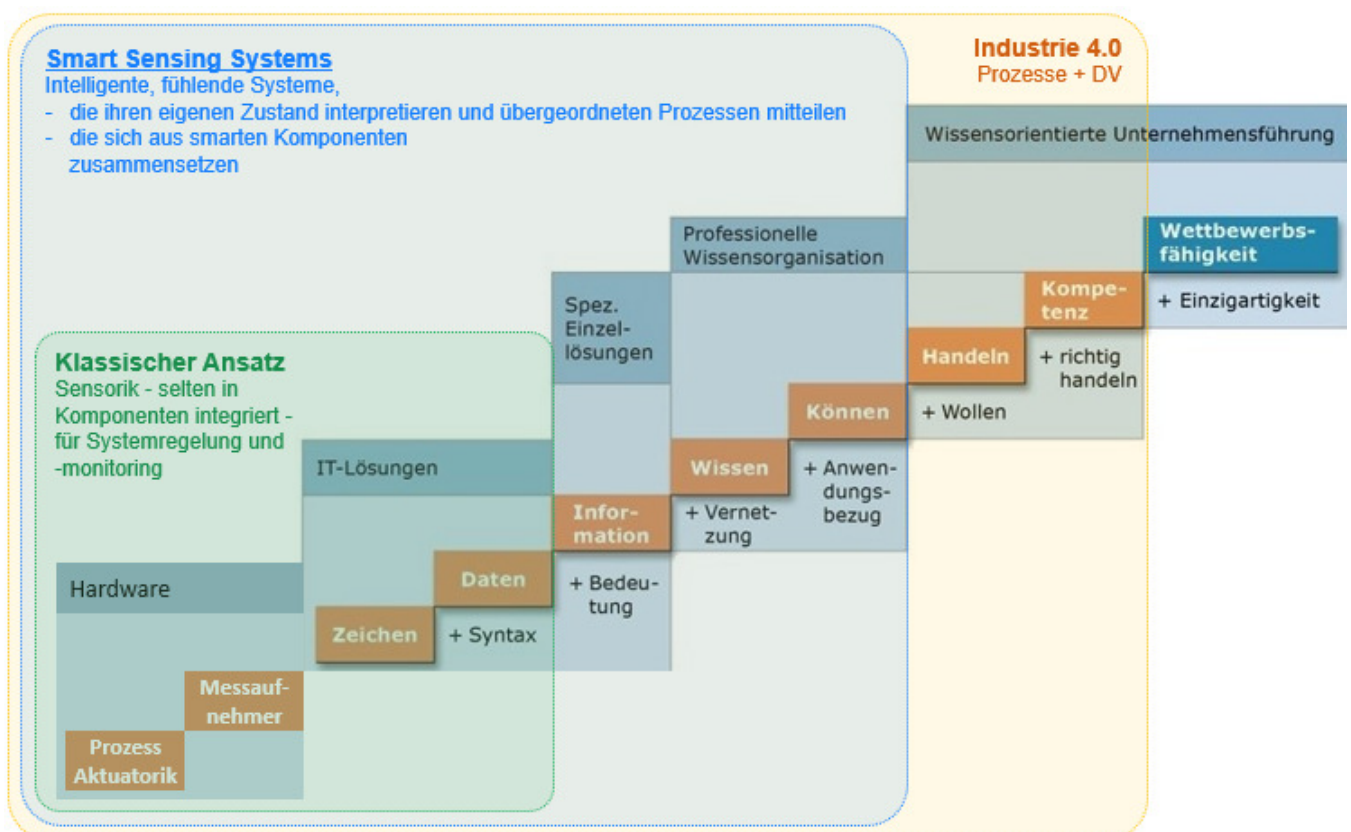
Derartige Systeme sind „situation aware“ und damit in der Lage, sowohl ihren eigenen Zustand als auch den ihrer Umgebung zu erfassen (Sense), zu verstehen und diesbezügliche Entwicklungen vorherzusagen (Think). Nur auf Grundlage dieser umfassenden und belastbaren Situations-„Einschätzung“ können intelligente Systeme konkrete Handlungen „planen“ (Think) und umsetzen (Act).

In der Robotik und der Automobilindustrie wird dieses Potenzial aktuell systematisch erschlossen. SC hat das Ziel, diesen Ansatz auch weiteren Branchen umfassend zu eröffnen.



Damit schließt SC - in vorzüglicher Ergänzung zu bereits etablierten Technologie-Netzwerken, wie z.B. it's OWL - die Lücke zwischen den begrenzten Möglichkeiten der klassischen mess- und steuerungstechnischen Prozessperipherie und den intelligenten Systemen im Zeitalter von Industrie 4.0 für ein breites Anwendungsspektrum.

Intelligente, fühlende Systeme verkörpern die dringend notwendige - und inzwischen realisierbare - Brückenfunktion zwischen der untersten physikalischen Ebene des IoTSP und der Wissensvernetzung übergeordneter Systeme.



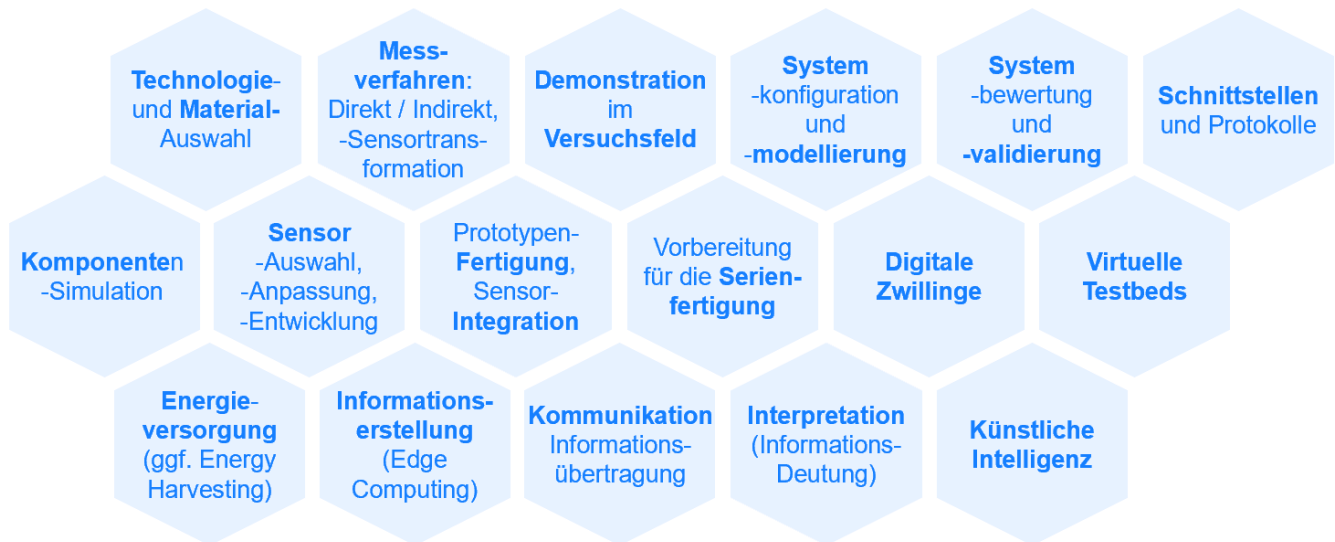
## SC - Technologie-Netzwerk

Die Realisierung intelligenter, fühlender Systeme ist eine höchst komplexe, interdisziplinäre Aufgabe. Ohne fachübergreifende Kooperation von Experten aus Industrie und Forschung sind die Fragestellungen aus

- Systems Engineering, Sensorik, Datenverarbeitung und -management, Fertigung, Prozesssimulation, System- und Prozess-Integration, Big Data und Künstlicher Intelligenz bis hin zur profitablen Verwertung nicht zu lösen.

Je nach Aufgabe ist die Zusammenführung

- diverser wissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen, der Informatik, Physik, Materialwissenschaft, Chemie und ggf. Biologie bis hin zur Mathematik und Betriebswirtschaft erforderlich.



Diese Wissens-, Kompetenz- und Ressourcenvielfalt halten selbst große Unternehmen nicht vor. Entsprechend konnte die genannte Technologielücke zwischen der Prozessperipherie und den Anforderungen aus Industrie 4.0 und Künstlicher Intelligenz bis heute nicht geschlossen werden.

SC stellt an sich selbst den Anspruch, dieses höchst interessante, ganzheitlich operierende Technologie-Netzwerk in hervorragender Qualität bereitzustellen und bei Smart Sensing Systems eine Spitzenstellung einzunehmen!

### SC - Tätigkeitsfelder

SC führt die Kompetenzen und Ziele der beteiligten Partner symbiotisch zusammen und nutzt zu diesem Zweck eine Infrastruktur für Netzwerkorganisation, Wissensmanagement, Projekte, Ausbildung und Standardisierung.

In Innovationsprojekten werden die Grundlagen für Produkte von morgen entwickelt, in konkreten Umsetzungsprojekten deren Überführung in die Praxis gewährleistet.

Standardisierungsaktivitäten sichern die breite und langfristige Anwendbarkeit der Arbeiten, und Aktivitäten zur Aus- und Weiterbildung versetzen unterschiedliche Zielgruppen in die Lage, intelligente, führende Systeme entwickeln, integrieren und betreiben zu können.

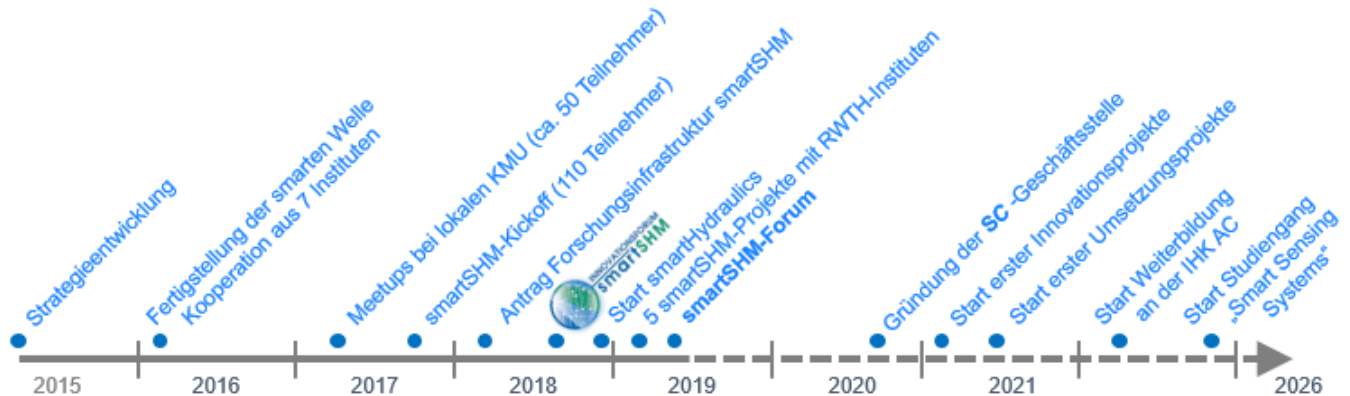




## SC - Roadmap

Die Aachener Initiative im Kontext von „smartSHM“ (Structural Health Monitoring) und Intelligenter Fühlender Systeme erfreut sich eines stark wachsenden Zuspruchs. Seit 2016 bietet sie eine umfassende Plattform für ziel-führende Gespräche und Prototypen und führte bis heute mehr als 50 Instituts-Workshops, ca. 20 Industrie-Workshops, ca. 10 Fachgruppentreffen und 5 Treffen des Steuerungsgremiums durch.

Den letzten Höhepunkt stellte das im Rahmen der BMBF-Förderinitiative „Innovationsforen Mittelstand“ veranstaltete „Innovationsforum smartSHM“ im März 2019 dar.



## Ziele bis 06 / 2026

- 200** Unternehmen, die sich an Kosten beteiligen
- 10** Basis- bzw. Querschnittsprojekte (Sensorik, Integration, Produktion, KI, Vernetzung, ...)
- 30** Umsetzungsprojekte (Flugzeugbau, Automotive, Maschinenbau, Bahntechnik, ...)
- 10** Branchen
- 20** Workshops
- 5** selbst veranstaltete Foren bzw. Messen



Kickoff-Veranstaltung im Oktober 2017

## Weitere Ziele

- Aufbau forschungsnaher Entwicklungs- und Fertigungszentren durch die Industrie
- Vernetzung, Abstimmung und synergetische Kooperation mit ziel- und themenverwandten Netzwerken und Organisationen
- Initiierung von Startups im Themengebiet „Smart Sensing Systems“
- Wachstum für Technologiedienstleister, Einzel-, Kleinserien- und Massenproduzenten sowie weitere Industrien und nachhaltige Arbeitsplätze aller Ausbildungsniveaus im Rheinischen Revier, in NRW und überregional.

## SCubics - Partnerschaft

Seit 2015 befasst sich das Netzwerk SCubics (Neubezeichnung seit März 2019, vorher smartSHM) im Verbund aus Industrie und Forschung mit dem Aufbau smarter Strukturen, Komponenten und Systeme. SC erreicht inzwischen etwa 100 Unternehmen und mehr als Forschungsinstitute und erfreut sich höchster Reputation sowie all-seits bestätigter Alleinstellung.

SC-Partner sind Großunternehmen, Technologie-KMU und Forschungsinstitute. Das künftige SCubics - Technologiennetzwerk will deren Ziele und Interessen im Sinne der gemeinsamen Agenda verschmelzen und ihnen Dienstleistungen in Form von Projekten anbieten.

Seit dem Kickoff im Oktober 2017 mit über 100 Besuchern nahmen ca. 80 Unternehmen, 15 RWTH-Einrichtungen und 4 Fraunhofer-Institute an SC -Veranstaltungen teil.

Beim Innovationsforum smartSHM im März 2019 (75 Gäste) und drei vorbereitenden Spezialworkshops im Dezember 2018 / Januar 2019 trafen sich insgesamt ca. 150 Teilnehmer(innen) aus 43 Unternehmen und 16 Forschungsinstituten, um sich zu informieren, gemeinsam Anwendungs- und Entwicklungsziele zu diskutieren und Kontakte zu knüpfen.

Ersten Befragungen zufolge wollen sich die weitaus meisten Teilnehmer aktiv im Technologie-Netzwerk SCubics engagieren.



## SC - Leistungen

- Ein- bis zweitägige Schwerpunkt-Foren mit Fachvorträgen und Ausstellungsmöglichkeit - für Information, Ideen, Diskussionen und Kontakte
- Themen-Workshops zur
  - Konkretisierung und Bewertung von Ideen
  - Projektvorbereitung
- Pro-aktive Kontaktaufnahme - nach Foren und Workshops - entwickelte Ideen und Ziele aufzugreifen und weiter zu entwickeln
- Gemeinsames Formulieren zielführender Forschungsthemen
- Erstellen von Technologiematrizen und -studien
- Vermitteln von Wissen über die Segmente des Produktentstehungsprozesses, wie etwa Modellierung, Auslegung, Sensorik und Sensorintegration, Elektronik, Datenübertragung,-verarbeitung und -deutung, Digital Twins und ML / KI
- Konkretisieren und Bewerten von Ideen sowie Vorbereiten und Realisieren von Produktinnovationen
- Bilden und Führen von Projektkonsortien, Beantragen und Managen multilateraler Forschungs- und Umsetzungsprojekte (jeweils nach gesonderter Vereinbarung)

## Produktentstehung

- Forschung und Prototyping bei den Forschungsinstituten
- Erprobung und kooperativer Aufbau der Einzel- und Kleinserienfertigung in universitätsnahen Produktionsstätten
- Serien- und ggf. Massenproduktion an beliebigen Standorten

## Nutzen für alle

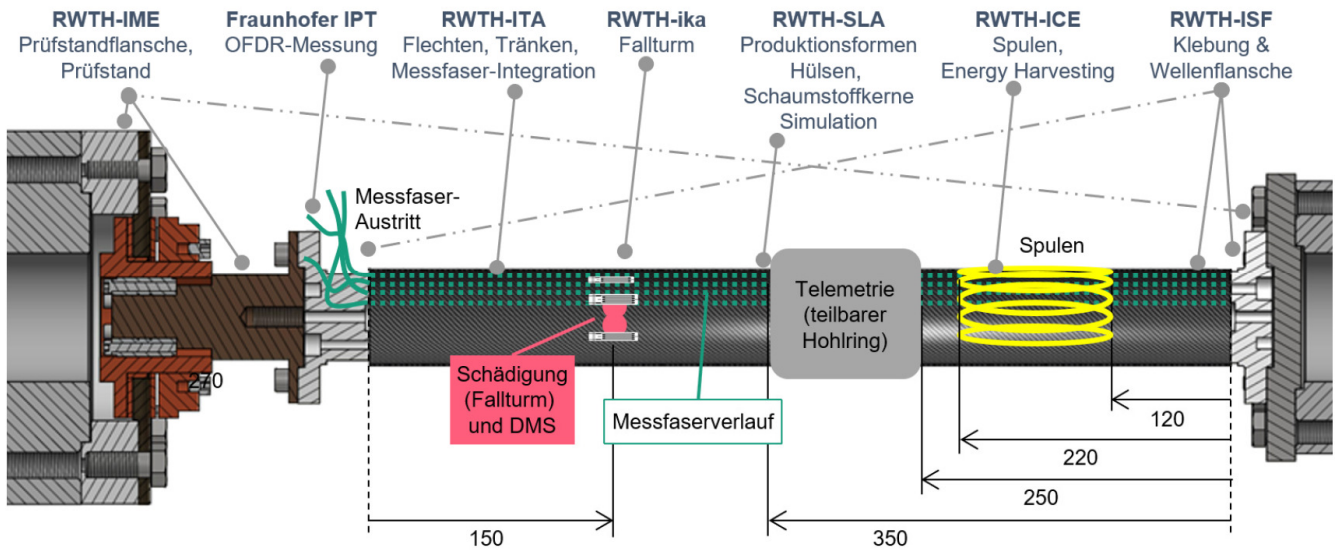
- Erwerb von Knowhow und Praxis zum Aufbau smarterer, „führender“ Komponenten und Systeme - von der technischen Simulation bis zur Wirtschaftlichkeitsanalyse
- Kennenlernen potenzieller Projektpartner sowie enger, inspirierender Kontakt zu Experten & Managern unterschiedlicher Disziplinen - bei Kunden und Partnern - aus Industrie & Forschung
  - durch gemeinsame Arbeit an Basis- und Umsetzungsprojekten
  - bei Fachvorträgen, Foren, Messen, Workshops und Schulungen
  - in Ausschüssen sowie Fach- und Branchengruppen
- SC-Unterstützung bei der Formulierung und Akquise geförderter Forschungsprojekte durch gemeinsame Suche und Formulierung geeigneter Aufgabestellungen, die in von SC-Workshops stetig weiterentwickelt und - je nach Vereinbarung - bis zur Realisierung begleitet und gemanagt werden
- Mitwirken am Aufbau zukunftsweisender SC -Produkte und -Systeme sowie an der Vision und Marke „SC - Smart Sensing Systems“ - einem interdisziplinär umfassenden, nachhaltigen Innovationsvorhaben
- Einbindung in die Aachener Forschungslandschaft und Kennenlernen spezialisierten Personals in den beteiligten Instituten (Recruiting: Absolventen, Postdocs)
- Gemeinsame Aktivitäten zum - im Rahmen des Kohleausstiegs begünstigten - Aufbau forschungsnaher Produktions- und Entwicklungszentren
- Produzenten: Erhebliche Steigerung des Werts produzierter Komponenten und Systeme
- Technologiedienstleister: Wertsteigerung erbrachter Dienstleistungen durch innovatives Spezialwissen
- Image-Steigerung

## Anhang

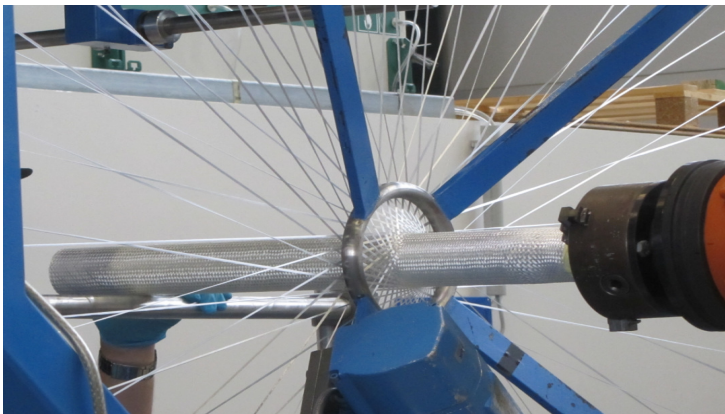
1. Die smarte Welle - Der gemeinsam von 7 Aachener Instituten erstellte Demonstrator
2. Workshop-Impressionen



## 1.) Die smarte Welle – Der gemeinsam von 7 Aachener Instituten erstellte Demonstrator



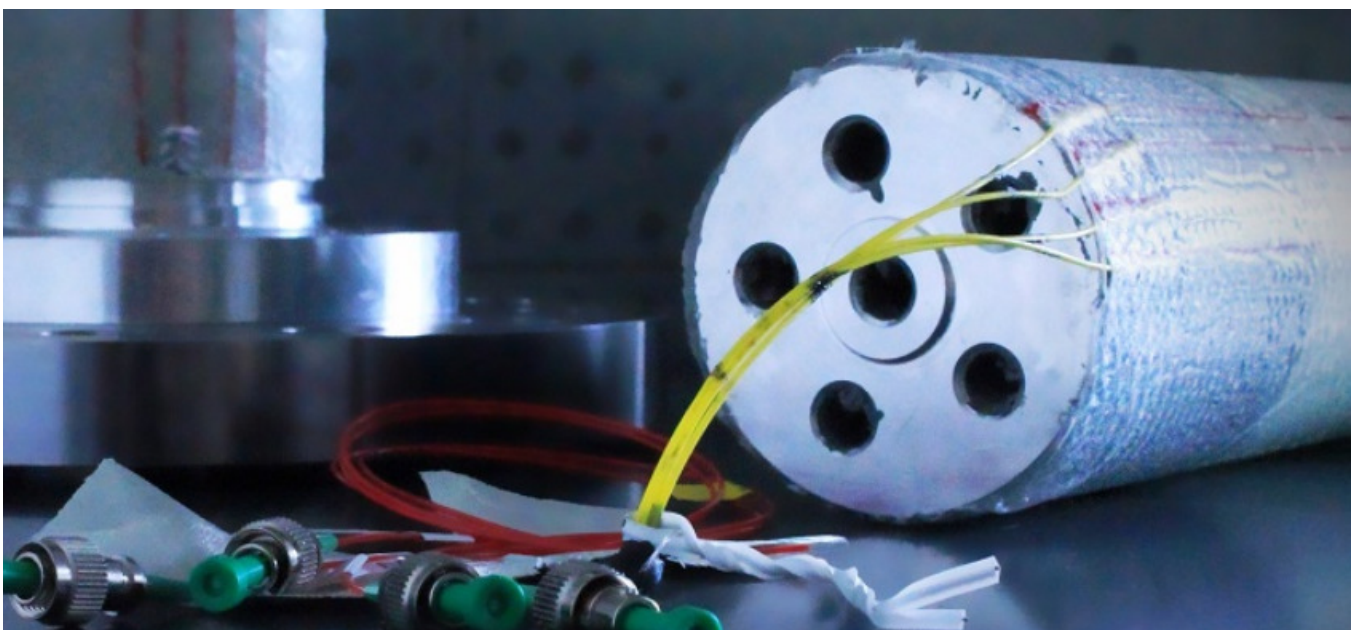
Kooperationsskizze



Produktion



Fallturmversuch: Gezielte Schädigung



Eingeflochtene Glasfaser-Sensoren zur Schadensdetektion im statischen Torsionsversuch



## 2.) Workshop-Impressionen



„Konstruktiv“

„Kreativ“



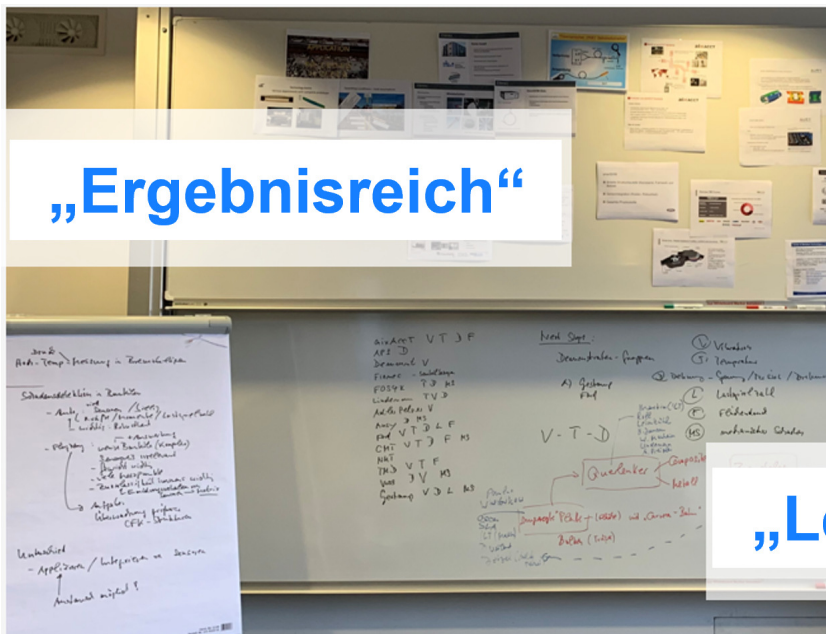
„Analytisch“



„Reflektiert“



„Ergebnisreich“



„Leidenschaftlich“