

# 독일 Industrie 4.0 사례를 통한 4차 산업혁명 산업정책 보완방안 연구

2022. 9.

산업통상자원부  
허은수

## <목 차>

국외훈련 개요 .....	1
훈련기관 현황 .....	2
I. 서론	
1. 연구 배경 및 목적 .....	3
2. 연구 방법 및 범위 .....	5
II. 독일의 4차 산업혁명 개요	
1. 독일 Industrie 4.0 등장배경 .....	6
2. 독일 Industrie 4.0의 주요내용 .....	8
III. 독일의 Industrie 4.0 추진 체계	
1. Platform Industrie 4.0	
(1) 개요 .....	13
(2) 워킹그룹의 역할 및 그간 성과 .....	15
2. Labs Network Industrie 4.0 .....	26
3. Standardization Council Industrie 4.0 .....	30
4. 4대 R&D 과제	
(1) CyProS .....	33

(2) KapaflexCy .....	36
(3) Prosense .....	39
(4) AUTONOMIK .....	41

#### IV. 독일 Industrie 4.0 사례연구(Speedfactory R&D)

1. Speedfactory 개요 .....	57
2. Speedfactory 연구내용	
(1) 연구개요 .....	61
(2) 초기 기술 수준분석 .....	66
(3) ITA 하부 과제 연구 .....	68

#### V. 오늘날 독일 Industrie 4.0 관련 정책

1. 독일 R&I 정책 개괄	
(1) 독일 R&I 행정체제 .....	80
(2) 독일의 하이테크 전략(HTS) .....	84
(3) HTS 2025 .....	90
2. 국제 표준화 프로세스	
(1) 독일-이탈리아-프랑스 .....	107
(2) 독일-중국 .....	109
(3) 독일-일본 .....	111
(4) 독일-한국 .....	111

#### IV. 정책적 시사점

1. 그간 우리나라 4차 산업혁명 정책 고찰 .....	113
2. 소견 .....	114

#### 【표 목차】

<표1> 일본의 산업재흥플랜 6대 전략 .....	7
<표2> 4대 R&D 프로젝트 개요 .....	32
<표3> CyPros 관련 발표 보고서(13건) .....	34
<표4> 독일 4대 연구회의 주요 현황 지표 (2016년) .....	84
<표5> 하이테크 전략 2020 5대 분야 .....	86
<표6> 신하이테크 전략 5대 핵심요소 및 주요과제 .....	87
<표7> 신하이테크 전략 6대 과제 및 주요 쟁점 .....	88
<표8> 독일 '디지털 전략 2025'의 10대 과제 및 대책 .....	89

#### 【그림 목차】

<그림1> Platform Industrie 4.0 구조 .....	14
<그림2> RAMI 4.0 as a framework for orientation .....	16
<그림3> the Administration shell-the practical test .....	18
<그림4> Appropriate solutions for global challenges .....	21
<그림5> Industrie 4.0 추진 구조 .....	26
<그림6> LNI 4.0 역할 .....	28
<그림7> SCI 4.0 역할 .....	30
<그림8> 인력 배치를 유연하게 만들기 위한 빌딩 블록 .....	38
<그림9> 핵심성과표, SPEEDFACTORY(2016) .....	63
<그림10> 섬유기술연구소의 프로세스 체인 .....	64
<그림11> Speedfactory 연구 참여자 .....	65
<그림12> 대형원형편직기로 짜여진 3차원 반구의 결과물 .....	70
<그림13> 스피드팩토리 내에서 수신된 주문을 편직기 제어를 통해 편직 프로세스로 전달하기 위한 데이터 아키텍처 개념도 .....	71

<그림14> 해결책 마련을 위한 두 가지 개념의 결과 비교 .....	72
<그림15> 니트제품까지 구매 요청 도면도 .....	73
<그림16> 실(색상) 위치 입력을 위한 그래픽 인터페이스 .....	74
<그림17> 자율 생산 시스템에서의 기능 모듈 병합 .....	75
<그림18> 독일 연구기관의 연구영역별 분포 .....	81
<그림19> 독일 R&I 시스템의 주요 주체 .....	81

## <국외훈련 개요>

1. 훈련국 : 독일

2. 훈련기관명

: Institut für Textiltechnik of RWTH Aachen University

3. 훈련분야 : 산업정책

4. 훈련기간 : 2020. 9. 19. ~ 2022. 9. 18.

## <훈련기관 현황>

명 칭	RWTH Aachen University, Institut für Textiltechnik und Lehrstuhl für Textilmaschinenbau		
소재지	Templegraben 55,52062		
홈페이지	http://www.ita.rwth-aachen.de		
설립목적	○ 기계공학부 산하 연구소, 'Plastic and Textile Technology' 관련 연구 수행		
조 직	○ 약 400명의 직원이 근무하고 있으며, 산하 연구조직으로는 섬유제품팀, 다중세사기술팀, 하이브리드소재팀, 메디컬 섬유팀, 스테이플섬유기술팀 등 ○ 이외 기술이전을 위한 조직(ITA GmbH), 재생섬유 및 열 가소성 수지에 대한 연구조직(ITA Ausburg gGmbH)을 두 고 있음		
주요기능 및 연구분야	○ 소재(materials), 제품가공(production processing), 기술적용을 위한 제품개발(products for technical applications) 등에 대한 연구를 진행중이며, ○ 특히, 2015년 아디다스, 독일정부와 함께 아디다스 '스피드팩토리'를 개발하면서 4차 산업혁명 선두주자로 두각을 드러냄 * 독일 안스바흐에 설립, 사람대신 기계팔이 운동화를 만들고 연간 50만켈레의 운동화가 생산중인 스마트팩토리로 각종 센서와 시스템 등 20개 이상의 기업들이 참여해 구축하였으며, 독일 제조혁명의 테스트베드로 평가		
주요인사 인적사항	○ Univ.Prof. Dr.-Ing.Dipl.-Wirt.Ing. Thomas Gries - Mechanical Engineering 부문 박사학위 취득한 후 수년간 사기업에서 근무 - 2001.4월부터 Director of the Institution of Textile Technology로 근무, 2013년 모스크바 대학으로부터 명예 직 수여받음		
교섭창구	아헨대 한국지부 Josef Kim 전화 82-2-772-2700 FAX 82-2-772-2800 E-mail seoul@rwth-aachen.de		
훈련경비	기관부담금 16,000유로/2년		

## I. 서론

### 1. 연구 배경 및 목적

2016년 '4차 산업혁명의 이해(Mastering the Forth Industrial Reblolution)'라는 주제로 개최된 세계경제포럼(World Economic Forum, WEF)에서 '4차 산업혁명(The fourth Industrial Revolution)'이라는 개념이 제시되었다. 2008년 이후 글로벌 총요소 생산성(Total Factor Productivity) 증가율이 하락하고 시장의 변동성이 확대되는 등 전 세계적으로 만연해있던 저성장 기조를 탈출하기 위한 방안을 강구하던 와중에 '4차 산업혁명'이라는 새로운 비전이 제시된 것이다.

당시 우리나라도 이러한 경제 저성장 기조에 놓여 있었다. 글로벌 공급 과잉, 후발국 추격 등으로 주력 산업 경쟁력 약화는 물론, 생산·수출 등도 둔화될 우려에 있었고, 특히 주력 수출품목들은 중국과의 경쟁으로 고전을 면치 못하고 있었다. 낮은 출산·혼인율은 향후 생산가능인구의 빠른 하락을 암시하고 있었고, 고령화 속도의 가속화로 경제전반의 활력도 둔화될 위기에 있었다.

이러한 상황에서 '4차 산업혁명'은 경제의 저성장 기조를 전환시킬 수 있는 획기적 개념으로 다가왔다. 경제성장 동력이 한계에 다다르고 있다는 우려가 제기되고 있던 찰나, 4차 산업혁명은 새로운 경제 성장을 모색할 수 있는 청사진을 제시해준 것이다. 이에 우리정부는 세계 시장에서 4차 산업혁명 시대를 선점해야 한다는 일념에 다양한 정책을 수립·발표하게 된다.

우리나라 정부의 4차 산업혁명 관련 구체적 정책이 제시된 것은 2016년 12월 29일 "'17년 경제정책방향 관계부처 합동 보고서"에서였다. 2017년 경제정책 기본방향을 '거시경제를 안정적으로 관리하는 가운데 민생여건을 개선하고 4차 산업혁명·저출산 고령화 대응 등 구조개혁'으로 정하고 3대 분야·9대 중점 추진과제를 제시했는데, 이 중 구조개혁과 미래대비를 위해 4차 산업혁명에 적극 대응한다는 내용이 제시되어 있다.

동 보고서의 참고자료에는 4차 산업혁명의 의의 및 정책 방향이 기술되어 있다. 동 자료를 보면 우리정부가 바라보는 4차 산업혁명이란 '인공지능(AI), 데이터기술(사물인터넷IoT, 클라우드, 빅데이터, 모바일)이 전 산업 분야에 적용되어 사회구조의 근본적 변화를 촉발시키는 기술혁명'이었다. 그리고 동 보고서에서 우리 정부는 핵심기술·시장기반 조성·인력확보와 교육·노동개혁 등을 통해 4차 산업혁명에 적합한 경제·사회시스템을 구축하겠다는 정책 방향을 수립했다.

동 보고서에 제시된 4차 산업혁명 대응을 위한 세 가지 전략은 (1) 민관합동 4차 산업혁명 대응체계의 구축, (2) 데이터·인공지능 등 4차 산업혁명 핵심기술 확보, (3) 핵심규제 개선·시장기반 조성 등 산업생태계 혁신조성이었는데, 가장 큰 성과는 민관합동 4차 산업혁명 대응을 위해 경제부총리주재 및 관계부처 장관 및 민간전문가로 구성된 '4차 산업혁명위원회'가 신설된 것이다.

4차 산업혁명위원회의 주된 역할은 특정 부처에서만 다루기 힘든 4차 산업혁명 관련 아젠다를 심의·조정함으로써 관련 혁신을 촉진하는 것으로 민간주도 자문회의를 통해 다양한 주체의 의견을 모으고 부처의 한계를 뛰어넘어 현실감 있는 정책을 실현해보겠다는 우리정부의 정책방향이 그대로 반영된 기관이었다. 이렇게 설립된 4차 산업위원회는 '19.10.10일 제 13차 전체 회의를 통해 산업별 맞춤 전략을 담은 권고안을 마련하게 된다.

연이어 우리정부는 2017년 11월 과학기술정보통신부(이하 과기부)를 중심으로 하여 '4차 산업혁명 대응계획, I-KOREA 4.0'이라는 정책 보고서를 발간한다. 동 보고서는 우리정부가 바라보는 4차 산업혁명이란 '모두가 참여하고 모두가 누리는' 실체가 있는 '사람(人)중심의 4차 산업혁명이 목표이며, 지능(Intelligence), 혁신(Innovation), 포용·통합(Inclusiveness), 소통(Interaction)이 본 계획의 지향점임을 분명히 하고 있다. 4차 산업혁명에 대한 정의도 '지능화 기술로 경제·사회의 대변혁과 기술·인프라·생태계 혁신을 유발, 사람중심 혁신성장을 뒷받침하는 원동력'으로 재정의하고 있다.

2019년 6월, '제조업 르네상스 비전 및 전략'을 발표한다. 그간의 양적·추격형 산업 전략에서 벗어나 혁신선도형 제조 강국 실현을 위한 전략을 마련한다는 목표하에서였다. 이를 위해 제시된 4대 추진전략은 (1) 스마트공장, 친환경화, 융복합화로 산업구조 혁신을 가속화하고 (2) 신산업을 새로운 주력산업으로 육성하며, (3) 산업생태계를 도전과 축적 중심으로 전면 개편하고 (4) 투자와 혁신을 뒷받침하는 정부의 역할을 강화한다는 것이 골자였다.

그리고 연이어 2019년 10월에는 각 분야별 전문가, 관련 연구기관 등 약 100여명의 논쟁을 거친 결과물로서 '4차 산업혁명위원회의 권고안'이 발표된다.

우리 정부에서는 4차 산업혁명을 위한 다양한 노력을 경주하였지만, 현장에서는 한계가 노정되고 있다. 가령, 4차 산업혁명의 가장 대표적 정책인 스마트팩토리 지원 정책은 지나치게 보급 확대에만 초점이 맞춰져 있어 실적을 늘리기 위한 보여주기 식이라는 우려가 제기된바 있다. 따라서 동 보고서에서는 독일의 4차 산업혁명 관련 정책 및 실제 사례를 알아봄으로써 앞으로 우리나라의 4차 산업혁명 관련 산업정책에 어떠한 보완이 가능할지 살펴보고자 한다.

## 2. 연구의 범위 및 방법

동 연구를 위해 우선 독일정부가 말하고 있는 Industrie 4.0의 개념을 이해하고, Industrie 4.0의 실현을 위한 추진 체계인 Platform Industrie 4.0, Labs Network Industrie 4.0, Standardization Council Industrie 4.0의 역할을 살펴볼 예정이다. 아울러, 독일 정부가 4차 산업혁명의 선포와 함께 지원했던 4대 R&D 과제들을 살펴봄으로써 독일 정부가 생각하고 있는 Industrie 4.0의 모습이 무엇인지 알아볼 예정이다.

특히, 그 4대 과제들 중에 하나가 4차 산업혁명을 제대로 발현해서 보여주었다는 평가를 받고 있는 "Speedfactory" 프로젝트의 내용을 살펴보고자 한다.

동 프로젝트는 아헨 공대와 아디다스가 공동으로 계획을 수립하고 수행한 R&D로 '전 공정의 자동화'라는 혁신적 이념을 실현해 낸 R&D 과제인데, 자동화·디지털화를 실현하기 위해서는 얼마나 다양하고 세분화된 연구가 필요한지를 직접 살펴 볼 수 있는 좋은 사례이다.

아울러, 독일의 Industrie 4.0 추진을 위한 전략을 살펴봄으로써, 2005년 최초로 개념이 소개된 이후에 장기간에 걸쳐 독일정부가 어떻게 꾸준히 정책 목표를 실현시켜 나가고 있는지를 살펴 볼 예정이다.

## II. 독일의 4차 산업혁명

### 1. 독일 Industrie 4.0의 등장배경

독일의 Industrie 4.0이라는 개념은 이미 2005년 독일의 인공지능연구소에서 시작되었었고, 실제 Industrie 4.0개념이 공식화 된 것은 2011년이라고 한다. 헤닝 카커만 등에 의해 용어가 만들어진 것으로 알려져 있으며, 당시 산업, 학계, 연구소 등에서 이루어지던 스마트공장이라는 연구 과정에서 새로운 프로젝트의 일환으로 소개되어졌고, 공식적으로는 2011년 4월 하노버 박람회 컨퍼런스에서 발표되었다.

이에 한국을 비롯하여 중국, 일본 등은 독일의 프로젝트에 깊은 관심을 보이기 시작했다. 한국과 중국은 Industrie 4.0의 개념을 그대로 받아오는 패턴을 보였다면, 일본이나 미국의 경우 독일이 마케팅 전략에 휩쓸리지 않기 위한 일환으로 독자적인 개념을 세우려는 노력을 보였다. 가령 일본은 자동화기술과 로봇기술에서의 차별화를, 미국의 경우 제조업 부흥을 위한 국가 프로젝트를 내세운 것이다.

그러나 2016년 오바마 대통령이 하노버 박람회에 직접 참여하면서 미국과 독일의 협력 분위기가 조성되었고, 미국 역시 Industrie 4.0이라는 용어를

채택해 나가기 시작했다. 그리고 지금 한국은 '스마트 공장', 일본은 '소사이 어티 5.0', 중국은 '공업 4.0'이라는 제조업 혁명을 추진중이다.

독일에서의 Industrie 4.0이라는 개념이 등장하게 된 것은 2010년 당시 독일이 직면하고 있던 각종 문제를 해결하기 위한 방안을 마련하던 와중이었다. 2010년 중국 제조업이 전 세계에서 차지하는 비중이 확대됨에 따라, 독일을 비롯한 미국, 일본 등 제조업 강대국들은 제조업 제품의 수출 실적 악화에 직면한다. 세계 제조업 시장에서의 경쟁이 치열해짐에 따라 독일은 자구책 마련이 필요한 상황이었던 것이다.

당시 글로벌 경제위기에 맞서기 위해 경쟁국들은 다양한 제조업 부흥 방안을 제시하고 있었다. 미국의 오바마 행정부는 법인세개편, 제조업 혁신 허브 증설 등을 통해 제조업 경쟁력을 높이기 위한 방안을 마련(advanced manufacturing programm)하였고, 일본의 경우 산업재흥플랜 6대 전략을 제시한 바 있다.

<표 1 : 일본의 산업재흥플랜 6대 전략 >

구분	내용
기업	긴급구조개혁프로그램, 중소기업 및 소규모 사업자의 혁신
혁신	과학기술 혁신 추진, 세계 최고수준의 IT 사회
기타	고용제도개혁 및 인재력 강화, 입지 경쟁력 강화

\* 출처 : 현대경제연구원, '제조업 경쟁력이 국가경쟁력을 결정한다'

독일은 범정부 차원에서 이를 해결하기 위한 기술혁신전략으로 High-tech Strategy 2020을 채택한다. 이에 독일 정부는 기후/에너지, 건강/영양, 이동성, 안전성, 통신 등 5대 중점 추진 영역 및 각 영역별 현안과제를 해결하기 위한 총 17개의 핵심기술개발 분야(1)를 선정하게 된다.

1) 나노기술, 바이오테크놀로지, 미세시스템 기술, 광학기술, 재료기술, 우주기술, 정보통신기술, 생산기술, 에너지기술, 환경기술, 자동차와 교통기술, 항공기술, 선박기술, 보건 연구와 의료기술, 식물과 농업, 안전기술, 혁신과 관리 서비스

이중 생산기술과제로서 자동차, 기계 등 제조업에 ICT 시스템을 적용하여 모든 생산기계, 공정, 물류 및 서비스 시스템을 통합적으로 관리하는 새로운 산업생산시스템을 의미하는 Industrie 4.0을 선정하였고, 2013.4월에는 산업계를 중심으로 이행전략 실천을 위한 Industrie 4.0 Platform을 발족한다.

## 2. 독일 Industrie 4.0 주요내용

다양한 주체들로 구성된 워킹그룹은 Industrie 4.0에 대한 고찰 및 이의 성공적 이행을 위한 제언들을 정리한 보고서 「Securing the future of German manufacturing industry Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0 final report of the Industrie 4.0 Working Group」를 발표하였는데, 당시 독일 정부가 기대하고 있던 Industrie 4.0의 모습이 어떤 것이었는지에 대해 잘 보여주고 있다.

보고서에서 언급되어 있는 Industrie 4.0의 목적은 두 가지였다. 첫 번째가 정보통신기술을 꾸준히 최첨단화 전략에 활용함으로써 '세계시장에서 선두를 유지'하는 것이고, 두 번째가 CPS기술<sup>2)</sup>과 제조를 위한 '새로운 시장을 창조'하는 것이었다. 이러한 목적을 동시에 달성하기 위한 Industrie 4.0의 모습은 '가치사슬을 통한 수평적 통합', '최첨단 디지털 기술의 통합', '제조업 시스템의 수직적 통합'이었다.

워킹그룹은 Industrie 4.0을 실현하기 위해서 다양한 연구(research)는 물론,

2) Cyber Physical System(가상물리 시스템) : 독일은 스마트 공장 구현을 위해 필요한 ICT 인프라로 CPS플랫폼을 제시하였는데, CPS는 프로그래밍으로 만들어진 가상세계와 물리적인 실제의 세계를 통합하는 시스템으로 가상공간의 컴퓨터가 네트워크를 통해서 실제의 물리 환경을 제어하는 기술을 의미하며, 인바운드 물류부터 생산, 마케팅, 아웃바운드 물류와 서비스까지 ICT 기반으로 엔드투엔드 통합기능을 제공하는 스마트머신, 창고시스템, 생산설비 등으로 구성됨. 이에 따라 생산에 필요한 모든 정보가 교환되고, 최적화된 상품제조가 가능한 플랫폼이 조성되며, 스마트 공장의 생산과정을 통제하기 때문에 생산의 전 과정은 물론 상품 자체의 최적화가 가능해짐. 이를 위해서는 물리환경을 구성하는 수많은 사물들이 네트워크로 연결되어 있어야 하며 이는 사물인터넷이 구축된 환경이어야 함을 의미함. CPS는 스마트폰, 스크린 골프 등 기초적인 수준에서부터 로봇, 의료, 에너지망, 수자원관리 등 매우 복잡한 분야까지 적용가능하며 미래 제조환경에서 스마트 기계시설, 물류 및 창고시설, 생산시설에 모두 가상물리시스템이 적용될 것으로 예측됨.

이를 뒷받침할 수 있는 산업 및 산업 정책분야에서의 다양한 결정들이 수반되어야 한다고 보았고, 당시 정부, 각종 연구기관 및 산업체의 전문가들이 모여서 Industrie 4.0의 실현을 위한 제언을 정리한 바 있으며 그 내용은 다음과 같다.

### ① Standardisation and reference architecture

Industrie 4.0은 몇몇의 다양한 기업들은 가치사슬로 통합하게 될 것이며, 이것은 단일의 공통된 규범이 정립될 때에만 가능함. Reference architecture는 이러한 규범들에 대한 기술적 설명을 제공하고 이행을 용이하게 하기 위해 필요함.

### ② Managing complex systems

생산 시스템은 점점 더 복잡해지고 있음. 적절한 계획과 모델만이 이러한 복잡성을 관리할 수 있는 기초를 제공해 줄 수 있을 것임. 따라서 기술자들은 이러한 모델을 개발하기 위한 방법과 틀을 갖추고 있어야 할 것임

### ③ A comprehensive broadband infrastructure for industry

Industrie 4.0 Broadband Internet 인프라를 위해서는 안정적인 광범위하고 고품질의 통신시설이 필요하며, 이는 독일 내에서뿐만 아니라 상대방 국가에서도 필요함.

### ④ Safety and Security

안전과 보안은 스마트 시스템 성공에 필요한 요소임. 이는 생산설비와 생산행위 그 자체가 사람이나 환경에 해를 끼치지 않는다는 것을 의미하며 동시에 생산이나 생산설비에 활용되는 정보들이 남용되지 않는다는 것도 의미함.

### ⑤ Work organisation and design

스마트 팩토리에서 작업 내용, 작업 과정, 작업 환경 등이 완전히 바뀌게 되면서 사람의 역할은 완전히 바뀌는데, 특히 work organisation으로의 사

회적-기술적 접근으로 인해 근로자들은 더 많은 책임감과 개인 역량 향상에 더 많은 기회를 얻게 될 것임. 이를 위해서는 참여형의 work design과 전 생애 배움수단 등을 효율적으로 사용해야 함.

### ⑥ Training and continuing professional deveolpment

Industrial 4.0은 근로자의 직장과 역량을 급진적으로 변화시킬 것이고, 이에 따라 적절한 훈련 전략이 필요함.

### ⑦ Regulatory framework

새로운 제조과정과 수평적 비즈니스 네트워크가 법에 부합하는 방식으로 이루어져야 하나, 법 역시 새로운 혁신을 감안하여 변화할 필요가 있음. 이것은 입법적인 측면에서만뿐만 아니라 가이드라인, 계약서, 기업 협정, 회계방식 등 광범위한 범주에서의 변화를 의미함.

### ⑧ Resource efficiency

제조업체가 소비하는 원자재와 에너지는 이미 환경에 위협적 수준에 이르고 있음. 스마트 공장 투자에 필요한 추가적인 재원과 잠재적으로 절약이 가능한 부분간의 트레이드 오프에 대해 고려해 봐야 함.

워킹그룹은 Industrie 4.0을 IOT의 접목을 통한 새로운 제조업 환경 변화(생산방식의 변화)로 바라보고 있었는데, CPS를 스마트 생산 공정, 저장 시스템, 생산 설비 등이 독자적으로 정보를 교환함으로써 독립적으로 작동하는 새로운 제조업 환경으로 정의 내렸다. 이는 생산을 좀 더 유연하게 할뿐만 아니라, 훨씬 다양한 관리가 가능함을 의미하는 것이었다.

IOT에 기반하고 있는 스마트팩토리는 고객맞춤형 생산을 가능하게 하고, 공장에서 배달까지 전 과정이 통제가 가능함으로써 마지막 생산 단계에서도 실수나 돌발 상황에 유연하게 대응할 수 있는 역동적 비즈니스 시스템을 갖추게 되는 것으로 기대되었고, 이를 통해 최적화된 의사결정체계를 갖춘 물론 혁신적인 비즈니스 모델을 개척하게 될 것으로 기대되었다.

Industrie 4.0을 통해 전 세계가 직면하고 있는 에너지, 자원 효율의 문제도 해결가능할 것으로 보았는데, 총 밸류 네트워크를 통해 생산 최적화 효율극대화를 얻을 수 있을 것으로 본 것이다. 또한 Industrie 4.0은 자동화를 통해 노동자들이 단순 작업에서 해방되어 창의적이고, 가치 생산적인 업무에 집중하게 되며 이를 통해 삶과 일의 균형을 이룰 수 있을 것으로 기대하였다.

구체적으로 워킹그룹이 제시한 Industrie 4.0의 구상은 다음과 같다.

### ① 개인 고객맞춤형(Meeting individual customer requirements)

Industrie 4.0은 디자인, 특성, 주문, 계획, 생산 등 다양한 영역에서 개별적이고 고객에게 특화된 활동이 가능하도록 하며, 소량 생산을 하더라도 이윤이 남는 제조를 가능하게 할 수 있음

### ② 유연성(Flexibility)

CPS-에 기반한 네트워크는 품질, 시간, 리스크, 가격, 환경친화성 등 다양한 측면의 다채로운 조합을 가능하게 하고, 이를 통해 원자재와 공급망의 지속적인 트리밍(최적유지를 위한 조정)을 가능하게 함. 이는 엔지니어링 과정이 좀더 민첩해지고, 제조 프로세스가 변화될 수 있으며, 생산의 증가를 짧은 시간안에 이룰 수 있음을 의미함

### ③ 의사결정의 최적화(Optimised decision-making)

세계 시장에서 살아남기 위해서는 적절한 결정을 내리는 것이 매우 중요한데, Industrie 4.0은 엔드투엔드의 투명성을 실시간으로 제공함으로써 공학영역에서의 디자인 결정을 초기에 가능하게 하고, 생산 영역에서 공급망 교란에 대한 유연한 대응과 기업의 모든 사이트에 걸친 글로벌 최적화를 가능케 함

### ④ 자원의 생산성과 효율성(Resource productivity and efficiency)

Industrie 4.0에도 여전히 주어진 재원을 가지고 최대한의 생산량을 만들어내고 최소한의 재원을 가지고 일정 생산을 한다는 제조업의 목표가 그대로 적용되는데, CPS는 전체 밸류체인에 걸쳐 케이스별로 기초하여 생산 과정

을 최적화하며, 문제 발생시 생산을 중단하는 대신, 생산화하는 동안 자원과 에너지 소비 혹은 방출량 감소의 관점에서 지속적으로 생산과정을 최적화함.

#### ⑤ 새로운 서비스를 통한 가치기회 창출(creating value opportunities through new services)

Industrie 4.0은 새로운 가치 창출의 방식과 새로운 고용형태를 제시함. 스마트 알고리즘은 스마트 기기에 의해 기록된 빅데이터에 적용되어 혁신적인 서비스를 제공할 수 있게 된다. 이는 중소기업이나 스타트업에게 중차대한 기회를 제공할 것으로 기대됨

#### ⑥ 작업장에서 인구학적 변화에 대한 대응(Responding to demographic change in the workplace)

작업조직(work organisation)과 경쟁력 개발 정책과 관련하여, 인간과 기술적 시스템의 상호보완적 관계는 인구학적 변화를 유리한 방식으로 변화시킴. 숙련된 노동의 부족에 직면해서 Industrie 4.0은 다양하고 유연한 커리어 패스를 제공함으로써 사람들이 계속해서 일하더라도 오랫동안 생산적인 상태로 남아 있도록 해줌

#### ⑦ 일과 생활의 균형(Work Life Balance)

CPS를 사용하는 회사가 좀 더 유연한 작업 구조(work organisation)를 가질 수 있다는 것은 노동자들의 일과 삶에 대한 균형을 잘 맞추고 계속해서 전문적으로 발전해 나갈 수 있도록 함을 의미함. 노동인구의 규모가 축소될수록 CPS를 도입하는 회사들에 더 많은 이득을 가져다 줄 것임.

### III. 독일 Industrie 4.0의 추진 체계

#### 1. Platform Industrie 4.0

##### (1) 개요

1970년대 이후로 정보기술(IT)은 산업 전반에서 활용되고 있다. 데스크탑이나 사무실 IR 기기의 사용, 컴퓨터의 도움을 통한 자동화 등은 그간 산업 발전에 기여해왔으나, 독일 정부는 Industrie 4.0의 핵심기술은 컴퓨터라기 보다는 Internet을 의미한다고 보고 있다. 디지털화된 생산이 전 세계적 네트워킹을 통해 새로운 수준의 품질을 확보할 것이며, IoT, 기계 및 공장들간의 소통(machine-to-machine communication and manufacturing facilities)은 새로운 시대를 예고하고 하는 바, 이것이 바로 제4차 혁명을 의미한다는 것이다.

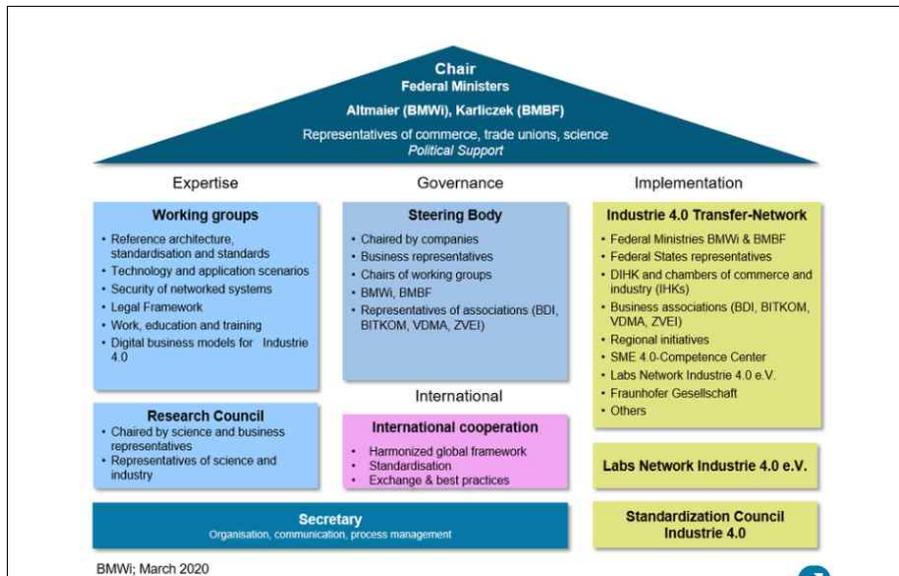
Industrie 4.0을 수행하는 것은 매우 복잡한 프로젝트이다. 회사들은 디지털화하고 네트워크로 연결되어야 하며, 행위자들간에 좀 더 많은 공간(interface)들이 형성되어야 한다. 다른 산업 분야들간에 공통적으로 적용되는 규범과 표준이 있어야 하며, IT 보안과 데이터 보호를 위한 법적 틀도 형성되어야 한다. 교육과 직업에 대한 변화뿐만 아니라 새로운 비즈니스 모델 개발을 위한 연구도 필요하다. 이 모든 것들이 현재 독일의 Platform Industrie 4.0의 전문가들을 통해 연구되어지고 있다.

Platform Industrie 4.0의 목표는 제조업 분야에서의 독일의 선두적 위치를 확보하는데 있다. 이를 위해 플랫폼의 참여자들은 적절하고 믿을 수 있는 프레임 워크의 조건에 관한 토론을 진행중이다. 다양한 이해관계와 메시지들의 중재자 역할을 위해 Platform Industrie 4.0은 정책, 산업, 학문, 무역연합 등 관련 이해관계자들간의 일종의 Industrie 4.0의 네트워크라 할 수 있다.

Platform Industrie 4.0은 Industrie 4.0으로 가는 과정에서 발생하는 과제

들을 어떻게 해결해 나갈지에 대해 구상하는 워킹 그룹을 운영중으로 학문, 기업, 정책 구상자들에게 구체적인 권고를 하며 Online map of use cases, compass of Industrie 4.0 orientation, 온라인 도서관과 Transfer-Network Industrie 4.0에서의 관여 등을 통해 중소기업들에게 특정한 서비스를 제공하고 있다. 아울러, 양자간, 다자간 협력을 통해 특히 IT보안과 표준화 작업에 있어서 국내, 국외 교류도 촉진중이다.

< 그림 1 : Platform Industrie 4.0 구조 >



\* 출처 : Platform Industrie 4.0 homepage

## (2) 워킹그룹의 역할 및 그간 성과

Platform Industrie 4.0의 가장 중심축인 6개의 워킹그룹의 역할 및 그간의 성과는 다음과 같다.

### ① Reference Architectures, Standards and Norms

독일 정부는 industrie 4.0과 함께 표준화에 대한 범주가 달라질 필요가 있다고 보았는데, 이전의 부분적인 표준화는 충분치 않고, 하드웨어/소프트웨어, 사용자와 공급자, 제품 디자인에서부터 재활용까지 모든 범주의 것이 고려되어져 표준화가 이루어져야 하기 때문이다<sup>3)</sup>.

이에 따라 동 워킹그룹은 상업용 인터넷을 위한 lingua franca(링구아프랑카, 모국어를 달리하는 사람들이 상호이해를 위하여 습관적으로 사용하는 언어)에 관한 작업을 진행중으로, 미래 표준의 기반을 조성하기 위한 개념을 개발 중에 있으며, 주요 역할은 표준화 절차를 위한 중요한 프레임워크를 세우는 것이다.

Labs Network Industrie 4.0(LNI 4.0)과의 협력을 통해 표준화 과정에서 얻어진 다양한 초기 사용 케이스로부터 얻어진 실제 경험들이 적절하게 고려되었는지에 대한 검토를 수행한다. 아울러, 플랫폼 Industrie 4.0은 Networked Asset Administration Shell project를 시작할 계획으로 이 프로젝트를 통해 가상 테스트 환경에서 AAS를 수행하는 다양한 프로젝트를 하나로 모으고 그들이 사용하는 언어간 조화를 도모함으로써 각기 다른 AAS<sup>4)</sup>가 상호정보 교환이 가능하도록(introperable)하는 목표를 수행중이다.

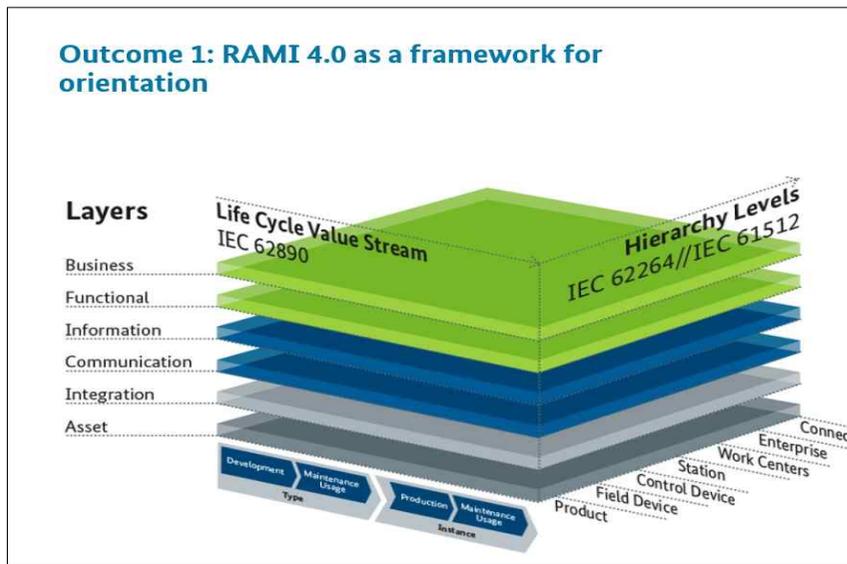
<sup>3)</sup>이 아키텍처 이전에 나온 표준들을 살펴보면 Approach for implementation of a communication layer, Approach for implementation of an information layer, Approach for implementation of a functional and information layer 등이 있었으나, 전체 Industrie 4.0중에 일부만 반영한 경향이 있음.

<sup>4)</sup>AAS는 정보 세계에 구현된 Asset 들의 정보 및 기능들을 관리하기 위해 고안된 일종의 프로파일임. Asset의 모든 정보에 대한 제어된 액세스를 제공하고 안전한 통신 인터페이스를 제공함으로써 Asset의 통합기능을 제공함

향후 동 워킹 그룹은 기업들이 그들의 혁신적 역량을 디지털 시대로 옮겨 갈 수 있도록, 획일적(uniform)이고 개방화된 표준(open Standards)을 위한 기본을 마련하고 이러한 아이디어를 국제적인 표준 과정으로 이행해나갈 예정이다.

하부 워킹그룹으로 Models and standards, Semantics and interaction for Industrie 4.0 components, Secure communication for Industrie 4.0 , Communication protocols, Cross-cutting project 가 있다.

< 그림 2 : RAMI 4.0 as a framework for orientation >



첫 번째 단계로 워킹그룹은 Reference Architecture Model Industrie 4.0(RAMI 4.0)을 마련하고, 이를 통해 회사의 어느 영역이 네트워크상의 어느 공간(interface)에 결합되어야 하는지를 보여줄 수 있게 된다.

RAMI 4.0은 기술 표준, 사업 절차, 조직관련 이슈 등의 내용을 포함하고 있다. RAMI 4.0은 상업용 인터넷에서 기업적, 기술적으로 필요한 사항에

대한 프레임워크를 개발하는 것을 목표로 하고 있으며, 보급을 위해 국내 표준화 위원회를 포함, 각종 위원회들과 협력중이다. RAMI 4.0은 DIN 스탠다드(DIN SPEC 91345)와 국제 프리스탠다드(IEC PAS 63088)로 인식되고 있으며, 플랫폼 Industrie 4.0의 국제협력을 통해 RAMI 4.0은 미국, 프랑스, 중국의 레퍼런스 아키텍처와 비교되고 있으며, 동일한 개념 달성을 위한 중요 레퍼런스를 위한 파트너로 인식되고 있다.

※ 참고: KAIST 한순흥 기계공학과 교수, SD Net Korea

RAMI 4.0은 인더스트리 4.0 추진을 위한 전체 표준의 골격을 완성하겠다는 목표로 마련. 기존의 표준들 중에 인더스트리 4.0에 사용 가능한 표준들을 참조모델에 배치시키며, 그 과정에서 부족한 표준들을 발굴하여 새로 표준화함.

RAMI 4.0(2015)이 발표된 이후에 세계 각국은 이와 비슷한 참조모델을 발표해 왔으며, 세계 표준으로 통일하기 위해 JWG21(joint working group)이 활동. JWG 21은 국제 표준화 조직들인 IEC의 TC65(Industrial-Process Measurement, Control and Automation)와 ISO의 TC184(Automation systems and Integraion)가 연합하여 조직하였고, SMRM(smart manufacturing reference model)을 표준화하였음.

RAMI 4.0은 3개의 축을 가진 박스형태임.

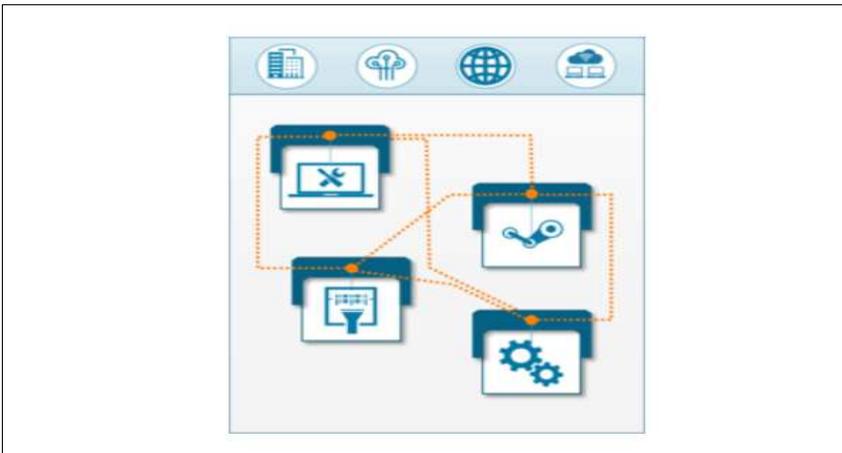
(1) 생애주기가치흐름(life cycle value stream)축은 '제품'의 개발과 생산 그리고 그 각각의 사용과 유지보수의 단계를 보이는 시간의 흐름 축을 보여줌. 여기서 '제품'은 스마트 공장에서 생산되는 제품이지만, 동시에 공장에서 사용되는 설비들도 제품의 한 종류로 일반화가 가능함. 즉, 크레인이나 공장기계와 같은 공장의 설비는 그 설비를 만드는 또 다른 공장의 제품인 것임. 제품 유형(type)과 개별제품(instance)은 객체지향 프로그래밍에서 개념을 차용한 것으로 보이는데, 예를 들어 중형세단이 소나타는 승용차의 제품 유형이

며, 내가 소유한 차는 소나타의 개별 제품임.

(2) 계층구조수준(Hierarchy levels)축은 공장의 물리적인 구성을 나타내는 계층구조를 표현하는데, 장비, 스테이션, 작업센터, 기업, 연결된 세계로 점점 더 큰 범위로의 계층 구조를 보임. 특히, 연결된 세계는 초연결 사회와 유사한 개념임.

(3) 겹(layer)로 표현된 수직축은 정보통신 기술의 축으로, 자산은 현실에 존재하는 HW, SW를 모두 표현하고 있음. 이 자산들이 디지털 변환되는 통합(integration)겹(layer)을 통해 통신망에 연결되는 과정이, AAS(asset administration shell, 현실과 디지털 세상을 연결하는 인터페이스 또는 자산을 위한 디지털 트윈의 구현)의 역할에 해당됨. 일단 물리적 실물 자산이 디지털 자산으로 변환되면, 정보, 기능, 비즈니스 겹을 통해 다양한 활용이 가능. 예를 들어, IoT를 통해 설비 자산에서 설비의 운영 상태를 보여주는 운전 데이터가 확보되면, 운전빅데이터의 분석을 통해 예지보전(predictive maintenance)와 같은 tnmakxm 공장의 운영이 가능함.

< 그림 3 : the Administration shell-the practical test >



RAMI 4.0 모델은 오직 모든 연결된 기계들과 제품들이 서로 간에 문제없이 소통이 될 때 가능하며, 이것이 바로 administrion shell 개념이 도입된 시작점이다. administration shell은 모든 관련된 자산들이 연결된 제품의 일부가 되는 digital depiction을 의미한다. 자산의 모든 중요 특성들(물리적 특성, process value, 외형 지표, 능력 등)이 shell에 저장된다. 그러나 shell은 단순한 저장공간이 아니다. shell을 통해서 자산들이, 연결되어 있고 조직화되어 있는 Industrie 4.0으로 통합되며, 모든 아이템 정보에 대한 접근과 통제가 가능하다.

지금까지 기초적인 구조를 만들어왔다면 앞으로는 세부적인 내용을 만들고 적용을 시작하는 작업을 할 계획으로 향후 두 개의 보고서를 준비중에 있다.<sup>5)</sup>

## ② Technology and Application Scenarios

이 워킹 그룹은 구체적으로 산업에서 어떤 변화가 일어날지에 대한 시나리오를 구상한다. 워킹그룹은 전문가 집단과의 의견 교환을 통해 새로운 트렌드와 기술을 정의하고, 중요도에 따라 순위를 매기며, 다른 워킹 그룹으로 그들의 작업 결과를 전파한다.

Industrie 4.0이 계속해서 변화함에 따라, 기술과 토픽역시 계속해서 진화하고 새로운 트렌드가 등장하고 있다. 새로운 변화에 늦으면 뒤처진다는 생각에서 계속해서 변화를 모니터하고 평가하고 있으며, 워킹그룹은 추상적 용어를 만들고 거대한 아이디어를 명시적으로 만드는 시나리오 발굴 작업을 한다. 외부 집단과의 대화 속에서 새로운 토픽을 발전시키고 플랫폼 작업과의 연관정도에 따라 중요도를 평가한다.

동 워킹그룹은 30명의 멤버로 구성되어 있으며 1년에 4번 정도 만나서 의견을 교환한다. 이 그룹의 성과는 다음과 같다.

5) Details of the administration shell, specifics of the Administration Shell

### 성과 1 : Application and scenarios bring the Industrie 4.0 vision to life

그 동안 워킹그룹은 열 가지 적용 시나리오(application scenarios)를 발굴해냈다. 이 시나리오들은 디지털 미래에서의 독일 산업 비전을 묘사하고 있으며 각 시나리오는 디지털 네트워킹이 산업에 이윤이 되기 작용하는 방식을 보여주고 있다. 동시에 워킹그룹은 시나리오를 표준, 연구, 안보, 법 및 고용과 관련된 주요 도전과제들을 보여주기 위해 사용하고 있다. 아울러, 시나리오들은 플랫폼 인더스트리 4.0 워킹그룹을 위한 일반적인 구조도 구상해준다. 시나리오의 예로 VBS(Value-Based Services)와 AGP(Order-driven production)를 보면 다음과 같다.

VBS의 중심에는 제품 생산 및 사용에서 데이터를 수집하고 분석하는 IT 플랫폼이 중심에 있는데, 이 데이터의 도움으로 높은 수준의 서비스가 제공될 수 있다. AGP는 개별화된 제품을 생산하고 공장간 네트워크가 가능한 제조설비를 묘사하고 있는데, 이 시나리오에 따르면 소비자는 완전히 그를 위해 생산된 신발을 가질 수 있고 생산자의 경우 수요가 낮은 시간대에는 그들의 생산 능력을 다른 생산자에게 빌려줄 수도 있다.

### 성과 2 : From pieces of the mosaic to the overall picture

Application scenario in practice 보고서를 통해서 최초로 플랫폼 인더스트리 4.0 워킹그룹들이 작업하고 있는 부분들을 조합하여 포괄적이고 전반적인 구상을 할 수 있었다. AGP에 기초해서 어떻게 완전히 다른 범주에 있는 표준, 연구, 법, 보안, 고용이 서로 상호작용하는 지를 보여주고 있으며 특히, 중소기업체에 어떠한 영향을 미치는 가에 대해 서술하고 있다.

### ③ Security of Networked systems

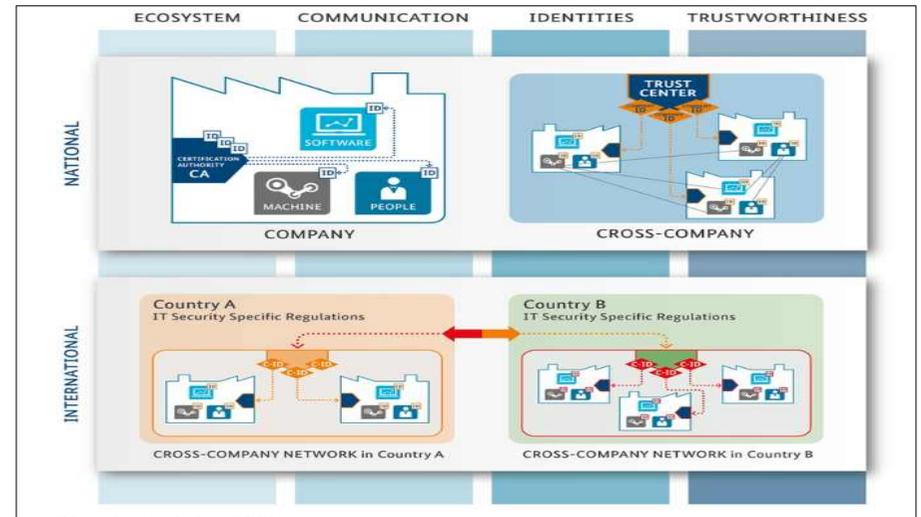
이 워킹그룹은 안전하고 연결된(networked) 산업을 위해 솔루션, 권고사항, 구체적인 적용 사례를 제시하고 있다.

IT 보안은 글로벌 밸류체인 의 주요 요소이다. 생산자, 공급자, 소비자들이 정보를 공유할 수 있는 것은 그들의 파트너들만이 그 정보를 갖고 활용할

다는 신뢰에 있다. 이러한 이유로 Industrie 4.0에서 IT 보안은 중요 이슈가 되었으며 결국 유효한 IT 보안 방안을 강구한 회사들만이 믿을 수 있고 그들의 파트너를 찾을 수 있게 된다는 것을 가정하고 있다.

따라서 IT 보안은 이러한 책임에 대한 인식, 직원들의 자질, 국제 규범 등과 관련해서 견고하게 정립될 필요가 있으며, 워킹그룹은 이러한 이슈들에 대한 솔루션과 권고사항을 제안한다.

< 그림 4 : Appropriate solutions for global challenges >



이 워킹그룹은 긴밀히 연결되어 있는 몇 개의 핵심 이슈들에 대해서 작업을 하고 있는데, 보안 커뮤니케이션(Secure communication), 신분인증(Identification and Authentication), 통합 및 신뢰(Integrity and trustworthiness)가 그것이다.

네트워크화 된 산업에서는 시스템, 기계, 상품 간의 유기적 정보 교환이 필요하다. 그런데 이것은 오직 기술적인 커뮤니케이션 메커니즘이 Industrie 4.0 요소들이 안전하게 접촉된다는 것을 보장하는 경우에만 가능

하므로, 보안 커뮤니케이션을 위한 기술적 필요요소들에 대해 연구를 하고 있다.

정보의 안전한 교환을 위해서는 정보의 송신자와 수신자가 누구인지, 그리고 그들이 이러한 정보를 보내고 받을 권리가 있는지에 대해서가 명확해야 하며, 이를 위해 필요한 전제조건들에 대해서 살펴보는 것이 신분인증 분야이다.

디지털화와 네트워킹은 소유하고 있는 정보와 그 밖의 정보들을 수정하는 것에 대한 신뢰가 필요하며, 동 워킹그룹은 어떻게 정보, 시스템, 절차의 수정, 변경 불가, 통합이 제공되고 확인될 수 있는지에 대해 살펴보고 있다.

#### 성과 2 : The working group brings together global key players

'18.5월 독일 정부는 "Securing Global Industrial Value Networks-Synchronizing International Approaches"라는 국제 컨퍼런스를 개최하였고, 약 140명의 정책, 산업 결정자들이 참석해 IT 이슈에 대한 토론을 진행함. 이 컨퍼런스는 기술적 측면과 적절한 정책 규제에 관한 것으로 IT 보안문제에 관한 일반론적인 접근을 개시한 바 있다.

워킹그룹은 토론의 결과를 토대로 논의를 심화시켜 나가고 있으며 40명이 넘는 전문가들은 보안 문제를 품질측면(a security as a quality feature)으로 바라보고 보안 ID(Secure identities), 보안 커뮤니케이션(Secure communication for Industrie 4.0), 표준(Standards), 조직 및 자격(Organization and qualification), 규범(Roles and legal models) 등에 대해 토론을 진행 중이다.

#### ④ Legal Framework

Industrie 4.0은 사업 절차와 모델에서 수많은 변화를 야기하고 있고, 이러한 변화들은 기업들에게 새로운 불확실성을 의미한다. 계약 용어의 정의,

불공정 행위, 데이터의 사용과 관련된 모호함들은 기업들이 Industrie 4.0으로 나아가는데 방해 요인으로 작용한다. 따라서 동 워킹그룹은 독일과 유럽의 법의 현재와 미래에 대해 연구한다.

#### 성과 1: Overview of where Industrie 4.0 impacts the law

Industrie 4.0이 기계들에 의한 협업, 데이터 가공이라고 할지라도 결국 이 변화는 실제 세계에서 법체계에 영향을 미친다. 동 워킹그룹은 "Industrie 4.0-How well the law is keeping pace"라는 보고서에서 법이 오늘날 마주한 과제를 서술하였다. 데이터 보호와 관련된 시민법(Civil law)에서 노동법에 이르기까지 다양한 과제들을 서술하면서 향후 필요한 법 개정들에 대해서 분명히 하고 있다.

#### 성과 2: Are we still allowed to cooperation? The antitrust framework for data-based cooperation

디지털 시장은 기업들간의 협업방식에 변화를 불러오고 있다. 데이터를 공유하고 사용함으로써 파트너가 바로 경쟁자가 되기도 하는데 이로 인해 다음과 같은 의문들이 제기된다.

- 누가, 누구와의 협업에 대해서, 어떤 조건에서의 협업을 허가할 것인가?
- 데이터 접근은 시장에서 어떠한 중요도를 가지며, 언제 오용이 있는 것인가?
- Self-learning system의 반독점과 관련된 행위에 대한 책임은 누가 지는가?

워킹그룹은 이러한 문제들을 정의내리고 이를 해결하기 위한 집필을 진행중으로 Industrie 4.0의 법적인 문제에 대한 이행과 기업들에게 법적인 확실성을 부여하고자 한다. 이러한 관점에서 동 워킹그룹은 '블록체인 기술과 AI가 현재 법에 미치는 영향에 대한 분석', '다른 전문가들과의 법 체계 형성을 위한 협업', '중소기업 지원을 위한 형식의 개발 및 이행'에 대해 연구할 계획이다.

디지털 산업은 계속 변화하기 때문에 6개 분야(시민법, IT보안법, 책임법,

IP법, 고용법, 반독점법) 50인의 전문가들은 주기적으로 모여 본인들이 연구한 것에 대한 꾸준한 공유를 추진중이다.

## ⑤ Work, Education and Training

Industrie 4.0은 일하는 세상의 형상을 바꾸고 고용형태뿐만 아니라 교육과 직업 훈련 역시 새로이 디자인 되어야 하는바, 동 워킹그룹은 이러한 변화에 대해 선제적으로 대응하고 사회 파트너들과 공조하는 것을 목적으로 하고 있다.

### 성과 1 : Recommendations and examples for designing Work 4.0

동 워킹그룹은 여러 사례들을 소개한 책자인 "Shaping the Digital Transformation Within Companies- Examples and Recommendations for Action Regarding Basic and Further Training"을 발간하였는데, 동 책자의 중요내용은 다음과 같다.

- 다섯가지 정책 권고 사항 : 모든 참여자들간의 건설적인 협력을 위한 프레임워크 및 Industrie 4.0을 위한 기술과 지식 습득에 관한 방법
- 기업을 위한 여섯가지 권고사항 : 회사내에서 개별적인 디지털 교육 프로젝트 개발시 고려되어야 할 사항
- 16개의 선행 사례에 대한 소개

### 성과 2: Social partnership in the industry-dialogue with an effect

고용주와 근로자가 동등하게 참여하여 미래의 작업을 구상할 때 더 좋은 결과물과 솔루션을 도출할 수 있다. 워킹 그룹은 이러한 원리가 디지털 시대에도 그대로 적용됨을 보여주고 있으며, 하노버 박람회에서 이러한 결과물에 대해 프리젠테이션을 하기도 했다.

앞으로 워킹그룹은 기업 훈련의 맥락에서 AI 트렌드에 대해 설명을 해 나

갈 것이며, 일명 화이트 칼라의 업무영역에서의 기회와 중요성에 대해 집중하며, 훈련 규정의 재조정에 대한 작업을 진행할 예정이다.

## ⑥ Digital Business Models in Industrie 4.0

데이터, 플랫폼, 혁신적 기술, 새로운 고객들의 기대 등은 제조업체들에게 가치 창출에 대한 모델의 변화를 가져온다. 새로운 디지털 비즈니스 모델들이 나타났고 현존하는 것들은 변화하고 있으며, 이러한 변화는 근본적 변화에 대한 가능성을 가져왔고 경제 전체에 변화를 가져오고 있다.

메카니즘을 이해하고 기회를 제시하고 권고를 해주는 것이 이 워킹그룹의 임무로, 워킹그룹은 디지털 산업 모델의 근본적인 메카니즘을 분석하고 이러한 기초 위에 기회와 변화를 규정하며, 최종적으로 디지털 산업의 이용 가능한 잠재력을 제시하고자 함.

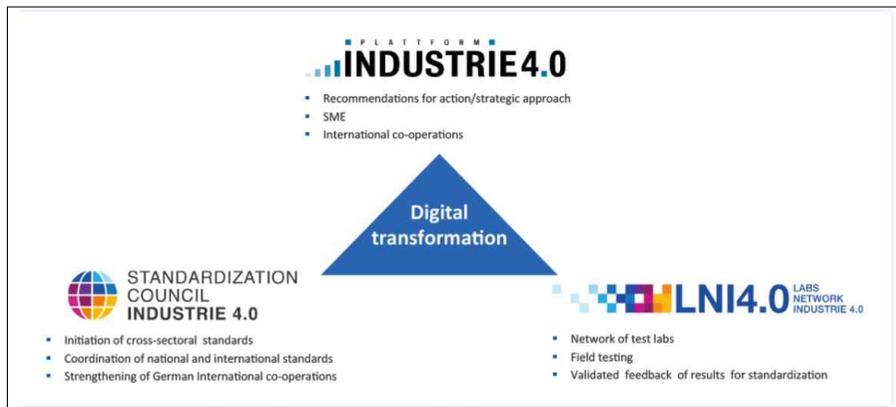
이를 위해 워킹그룹은 주기적으로 기업체나 다른 이해관계자들을 초대해 이노베이션의 동력은 무엇인지, 어떻게 기업 내의 문화나 조직이 변화되고 있는지에 대해 논의하고 있음.

## 2. Labs Network Industrie 4.0(LNI)

LNI는 Bitkom, VDMA, ZVEI 협회와 Platform Industrie 4.0의 기업들이 함께 설립하였으며 디지털화 선두적 역할을 하는 독일 중견기업들을 지원하는 것을 목표로 하고 있다. 회원들은 Industrie 4.0환경의 테스트 센터에서 새로운 기술, 혁신 및 비즈니스 모델을 실험해볼 수 있으며 시장 출시 전에 경제적 타당성을 검토할 수 있다. 말하자면 LNI는 기업들을 위해 재정적 및 기술적 위험을 최소화 할 수 있는 환경을 제공하는 곳이다.

아울러 테스트 프로젝트에서의 검증된 결과를 표준화로 도입 시킬 수 있는 기회를 제공하는데, LNI는 이러한 호환성을 보장하기 위해 Platform Industrie 4.0 및 Standardization Council Industrie 4.0과 협력 중이다. 세 주체간의 협력을 통해 전략, 개념, 테스트 및 표준화라는 프로세스가 보장 되는 것이다.

< 그림 5 : Industrie 4.0 추진 구조 >



이론과 현실이 서로 공존할 수 있게 함으로써 지식이 실제 현장에 투입되고, 국내는 물론 국제적인 네트워킹을 활용할 수 있게 되며, 기업들은 합리적이고 적절한 수준의 리스크를 수반한 테스트가 가능할 수 있게 되며, 이러한 실험 등을 통해 정책입안자들에게 좋은 조언이 제공될 수 있다는 강

점이 있다.

현재 이사진의 구성을 보면, 창업멤버 그대로 Siemens, Festo, DTAG, ZVEI, Bitkom, VDMA으로 구성되어 있다.

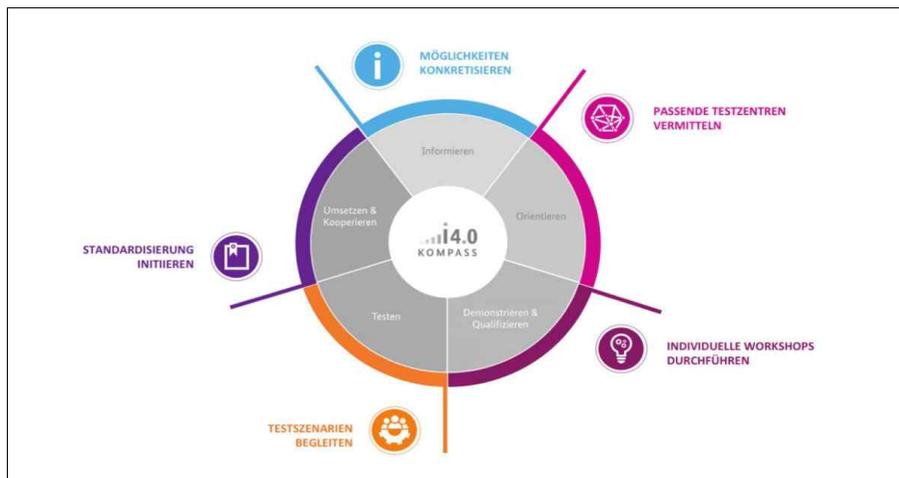
### ※ 참고: LNI 창업멤버 기업정보

- Festo : 1925년에 설립, 전세계 176개국에서 산업자동화 기술을 선두하고 있는 글로벌 기업으로 약 2만명의 직원이 근무하고 있으며 연간 매출액 4조원(28억 유로), 다양한 자동화 장비를 제공함은 물론 산업자동화를 위한 교육 및 기술 제안에 이르는 다양한 범주의 서비스를 제공
- DTAG: 도이체텔레콤. 96년 공기업이던 Deutsche Bundespost에서 민영화로 전환되면서 설립된 유무선통신, 브로드밴드 통신업체. 50여개국, 22만명 근무 중. 연매출 14조 규모(100억 유로)
- ZVEI: 독일 전자산업 협회. 독일 전자산업 분야의 기업중 90프로에 해당하는 약 1600여개의 기업들이 가입되어 있으며, 본부에 160명 근무 중. '20.10월, VDMA와 함께 Industrie 4.0추진을 위한 "Industrial Digital Twin Association"을 발족한 바 있음
- Bitkom: 독일의 ICT 산업협회. Bitkom Servicegesellschaft mbH 및 DFA Digital fur alle GmbH를 포함, 100명 이상의 직원이 근무중. 이 협회는 비즈니스 및 기술, 법률 및 보안, 신생기업 및 디지털 혁신 비즈니스 영역에서의 정치 작업 등을 맡아 하고 있음.
- VDMA: 독일 기계 및 플랜트 공학협회. 3400개 이상의 독일 및 유럽 기계 및 플랜트 엔지니어링 회사를 대변. 가입사들은 유럽 전역에 걸쳐 약 400만명의 직원을 고용중인 것으로 파악. 이 산업 분야는 유럽 GDP 에 가장 큰 기여를 하고 있음.

\* 출처: 위키피디아 및 각 회사 홈페이지 정보

기업들이 직접적으로 얻을 수 있는 이득은 다음과 같다. LIN 4.0은 간행물 발간 및 지역정보, Industrie 4.0의 테스트 시나리오 등의 광범위하고 실제 돌아가는 정보를 제공해줌으로써 기업들로 하여금 어떠한 기회가 있는지에 대해 판단 할 수 있도록 해 준다. (MÖGLICHKEITEN KONKRETISIEREN) 또한 다수의 연구시설과의 협력을 통해 기업들이 주변의 적절한 인프라를 활용할 수 있도록 해준다. (PASSENDE TESTZENTREN VERMITTELN) LIN 4.0은 개별 테스트 시나리오 워크샵을 제공하는데, 이를 통해 각종 사례를 통해 조직에 적합한 Industrie 4.0 테스트 시나리오가 무엇인지를 판단하기 위함이다.(INDIVIDUELLE WORKSHOPS DURCHFÜHREN) 동 워크샵은 상호작용이 가능한 접근방식을 채택하는데, 조직의 직원은 물론 해당 업계의 전문가, 테스트 랩에 참여했던 다양한 분야의 팀등이 수행한다. (TESTSZENARIEN BEGLEITEN) LIN 4.0의 가장 중요한 기능은 테스트 시나리오의 결과를 통해 기업들이 Industrie 4.0표준화 로드맵을 진행시켜 나갈 수 있다는 점이다. 이를 위해 Standardization Council Industrie 4.0의 역할은 매우 중요하며, 전기공학, 기계공학, IT 부문 사이에 여전히 존재하는 경계도 차츰 극복될 것으로 예상하고 있다. (STANDARDISIERUNG INITIIEREN)

< 그림 6 : LNI 4.0 역할 >



‘20.12.4일 중소벤처기업부 산하 중소기업스마트제조혁신추진단은 독일 연방경제부 산하기관인 LNI 4.0과 4차 산업분야 협력을 위한 협약을 체결했다. 협약 내용은 두 가지이다. 인공지능 기반의 CPS 구현을 위해 개발된 AAS 국제표준 개발을 위해 중소 제조기업 대상으로 실증하고 기업이 실제로 활용이 가능한지를 검증하는 한편, 중소기업이 제조데이터를 거래하거나 활용할 경우 특정 국가나 특정 플랫폼에 종속되지 않도록 EU가 추진중인 가이아엑스 프로젝트에 참여하는 방안을 협의한다는 것이다. 중소벤처기업부는 동 협약을 통해 제조데이터를 자유롭고 투명하게 공유하고 거래하는 환경이 조성돼 소수가 데이터를 독점하는 플랫폼 경제에서 누구나가 쉽게 참여하는 개방적인 프로토콜 경제로의 패러다임 전환을 뒷받침하는 계기가 마련될 것으로 예상했다.

※ 참고: 가이아 X (GAIA-X)

· 글로벌 디지털 생태계 구축을 위해 유럽의 디지털 경제 문제를 해결하기 위해 출범한 프로젝트임. 유럽의 디지털 산업 프로세스는 부야별로 분산되어 있고, 기술 또한 다양하다보니 각각의 데이터 스페이스가 분리되어 있어서 스페이스간 접근성에 문제가 발생함에 따라, 유럽 내의 데이터 인프라 및 서비스 제공업체 연맹을 만들고자 노력하고 있음. GAIA-X는 유럽의 디지털 주권을 위한 광범위한 전략의 일부로 2019년 도르트문트에서 발표되었음. 유럽은 GAIA-X를 통해 개방성, 투명성, 연결성을 갖춘 차세대 데이터 인프라를 설계하고자 함.

· 가이아 X는 인프라 생태계와 데이터 생태계로 이루어지는데, 네트워크, 클라우드, 컴퓨팅, dpt지 등의 인프라 생태계에서는 상호 운용성이 제고되어야 하고, 데이터 생태계에서는 서로 다른 분야의 다른 데이터 스페이스들이 연결되어 분야간의 혁신이 가능해지며, 이를 통해 새로운 시장 개척이 가능할 것으로 기대됨.

\* 출처: 위키피디아

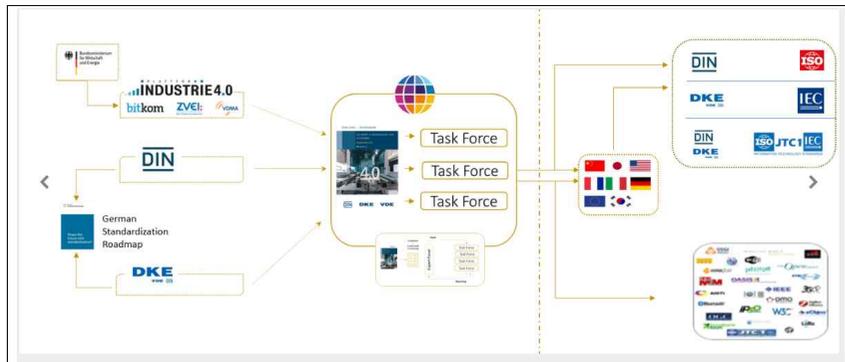
### 3. Standardization Council 4.0

SCI 4.0은 디지털 생산표준을 독일에서 시작해서 국제적으로 조정한다는 목표하에 생긴 조직으로, 이니셔티브를 통해 표준화 프로세스를 가속화하고 독일 표준화 로드맵 Industrie 4.0을 만들고 있다.

2016년 하노버 박람회에서 독일 산업계는 SCI 4.0의 설립을 발표했고, 국내 및 국제적으로 디지털화한다는 목표를 발표했다. SCI 4.0은 4.0 Platform과 다양한 표준화 조직(SDO)들간의 중계를 담당하고 있는데, Industrie 4.0 표준화의 실행을 위해 도메인(domain) 및 계층 경계들과 라이프 싸이클 전반에 걸친 전례없는 시스템 통합을 추구하고 있다. 독일은 이미 RAMI 4.0을 발표한 바 있으며, 이를 통해 국제 표준화 작업에 촉진제 역할을 하고 있기도 하다.

SCI 4.0의 임무는 모든 중요한 것(all the more importance and significance)들을 모으는 것인데, 왜냐하면 디지털 갭을 줄이고 해소하기 위해서 긴밀한 작업이 필요한 표준화 조직들과의 네트워크 형성에 기여해야 하기 때문이다. 이를 위해서는 이를 위해서는 실현 가능한 행동 권고안이 개발되어야 하며, 여기에는 적절한 표준을 국내적으로 또는 국제적으로 개시하고 이를 조정하는 것도 포함된다. 또한 관련 표준화 과정을 가속화시키고, 독일의 국제 산업 경쟁력을 강화시키는 것도 포함된다.

< 그림 7 : SCI 4.0 역할 >



표준화 작업은 4개 단계로 구성되는데, 첫 번째 단계는 개시(Initiation)단계로, 일반적으로 LNI 4.0의 케이스나 테스트베드에서 개시되는데, 새로운 사양/표준이 필요하거나 기존의 사양/표준 개정이 필요한 경우들이 선택된다. 두 번째 단계(Review and Decide)에서 SCI 4.0은 관련 전문가들과 함께 새로운 표준화 프로젝트를 검토하게 되는데, 성공 가능성 및 표준들 간의 충돌 여부 등을 검토되고 성공적 표준화가 가능할 것으로 예상되는 대상 조직(기관)등이 제안된다. 세 번째 단계(Standardizaion)에서 표준화의 과정은 선택된 조직이나 출간 형태에 따라 다양한데, SCI 4.0은 이 과정을 지원하는 역할을 맡게 된다. 네 번째 단계(Validation)에서는 표준화과정을 통해 새로운 표준화 프로젝트로 연결되기도 하고 기존 표준을 수정하는 결과로 이어지기도 한다.

Industrie 4.0의 실현을 위해 표준(Standards)이 필수적 요소인바, LNI 4.0와의 긴밀한 협력을 통해 실제 사례 및 테스트베드를 통한 표준 검증 등을 수행중이며, 이러한 협력의 결과물은 SCI 4.0을 통해 국내 및 국제 사회에 바로 적용되고 있다.

### 4. 4대 R&D 과제

앞서 설명했던 「Securing the future of German manufacturing industry Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0 final report of the Industrie 4.0 Working Group」 보고서에서 워킹그룹은 Industrie 4.0의 성공적 이행들을 위한 제안들 중의 하나로 8개 영역 (standardisation and reference architecture, Managing complex systems, A comprehensive broadband infrastructure for industry, Safety and Security, Work orginasion and design, Training and continuing professional development, regulatory framework, Resource efficiency)에 대한 R&D 과제 권고안을 제출했으며, 아울러 다음과 같은 권고사항을 제시했다.

- ① 이행을 위해 광범위한 연구주제 분야를 가장 중요한 핵심분야로 축약하기 위한 모델링을 위한 대표적 연구를 수행할 것

- ② 특히 중소기업들 가운데 선행 사례를 공유함으로써 실제 이행과 결정 과정에서 모델링이 가능하도록 할 것. 사례들은 modularisation, virtual start-up 또는 digital plant가 주제가 될 수 있을 것이며, 적절한 사례들이 정리됨으로써 진입 장벽 및 migration 전략에 대한 토론이 가능할 수 있도록 할 것
- ③ 워킹 그룹은 각자의 상황에 대한 상호간의 이해 증진을 위해 생산 매니저나 architect와 같은 일반적인 사용자 그룹을 형성할 것을 촉진할 것
- ④ 아울러, 현재 존재하고 있는 모델링 방식과 툴을 테스트 해보기 위한 적절한 대표 프로젝트(flagship projects)의 수립할 것

이에 따라 연 2억 유로의 투자가 결정되었고, 연방교육연구부와 연방경제기술부의 지원하에 2012년~2017년간 총 4개의 프로젝트가 진행되었다.

< 표 2 : 4대 R&D 프로젝트 개요 >

프로젝트	내용	기간	예산(유로)
CyProS	스마트공장의 CPS 운용 방식과 도구 개발	'12.9~'15.9	560만
KapaflexCy	CPS를 활용한 유연한 생산시스템 구축	'12.9~'15.9	270만
ProSense	인공지능시스템과 지능형센서 기반의 생산관리 실현	'12.9~'15.9	308만
Autonomik	통신기능, 상황 감지적응기능, 기기간 상호작용 기능이 가능한 스마트툴 및 시스템 개발	'13~'17	4,000만

### (1) CyProS(Cyber-Physical Production Systems)

지능형 시스템을 공장에 연결함으로써 중소기업의 생산성과 유연성을 증대시키기 위한 프로그램을 개발(자율 시스템)(autonomous systems), 센서와 네트워크(sensors & networks)하는 프로젝트이다. 여기서 자율시스템이란 독자적으로 배우고, 어려운 과제를 해결하고 예상치 못한 사건에 대응할 수 있는 시스템을 말하는데, 전통적인 로봇만을 말하는 것이 아니라 지능을 갖고 있는 기계, 장비 또는 소프트웨어 등을 일컫는다. 가령 미래의 모빌리티는 자율적인 차량에 의해 결정되며, 자율시스템은 장애인의 삶을 도울 수도 있고, 생산과정에서는 근로자들과 유연하게 상호작용할 수도 있으며, 인간 대신에 위험한 작업장에서 독자적으로 작업도 가능하다. AI는 machine learning, 사이버 보안, IT 인프라의 핵심 기술이고 자율시스템의 발전과 사용에 매우 중요한 바, 동 주제가 선택된 것으로 보인다.



동 프로젝트의 목표는 생산과 물류시스템을 위한 cyber-physical system-module의 대표적인 스펙트럼을 개발하는 것이었다. 이를 위해

6) 동일한 라우팅 정책으로 하나의 관리자에 의하여 운용 관리되는 라우터와 부분 통신망의 집합체. 흔히 인터넷(internet)은 자율 시스템(AS)들의 집합체라고 볼수 있음. 자율 시스템(AS)으로 네트워크를 분리하는 이유는 라우팅 정책의 독립성, 보안 유지, 운용관리의 국지화, 라우팅 트래픽량의 최소화 등임. 인터넷 회선 접속 사업자가 상호 접속해서 구성한 인터넷 기간망에서는 자율 시스템(AS)끼리의 통신을 어떤 경로를 거쳐서 실현할 것인지를 결정할 필요가 있음. 각 AS에서는 AS 내부에서 발신하는 통신이나 약간 떨어진 곳의 AS가 발신한 통신을 인접한 AS를 거쳐서 실행하는 것을 경로 결정표에 기입해 둠. 한편, 각 AS에는 자율 시스템 번호(AS 번호)가 부여되고 인터넷상에서는 AS 번호로 한결같이 특정 AS를 정할 수 있음. AS 상호 간에 경로 결정표를 교환할 때는 경계 경로 프로토콜(BGP)을 사용함. 이때 결정표를 모순되게 설정한 경우에는 전 세계의 AS에 그 정보가 전해지게 되므로 신중을 기해야 함.

< IT용어사전, 한국정보통신기술협회 >

reference architecture가 개발될 것이고, 이것은 현존하는 생산 환경에서의 적용을 위한 개념적이고 방법론적인 기초로 활용될 것으로 기대되었다. reference architecture와 cyber-physical system-module의 도움으로 제조업 계는 생산성과 유연성의 획기적인 증가를 얻을 수 있을 것으로 예상한 것이다.

동 프로젝트는 제 1단계로 생산·물류 시스템을 위한 cyber-physical system-modules의 대표적 스펙트럼과 참조 아키텍처(reference architecture)를 개발하고, 2단계에서는 사이버-물리적 생산 시스템의 롤아웃(rollout)을 위한 보편적 접근방식으로써의 유틸리티 및 플랫폼을 제공하며, 3단계에서는 cyber-physical production systems의 유용한 운용과 현 생산 시스템에서의 적용을 위한 기술적, 방법론적인 기초를 마련하는 방식으로 진행되었다.

연구 관련 약 13건의 보고서가 발표되었으며, 후속 연구프로젝트 (Agri-Gaia, QINROS, HumanE-AI-Net)들도 진행 중이다.

< 표 3 : CyPros 관련 발표 보고서(13건) >

프로젝트명 / 내용
<p>1. Smart Factory Systems-Fostering Cloud-based Manufacturing based on Self-Monitoring Cyber-Physical Systems</p> <p>응답성(responsive)이 뛰어난 생산 시스템 달성을 위한 클라우드 기반 스마트 요소를 가미한 아키텍처 개념 설명하고 있음. 플랜트 및 제조제품의 각 중요 부분에 대해 디지털 가상 사본이 생성되고 활성화된 디지털 객체 메모리에 저장되는데, 데이터 접근 및 추가 가공을 위해 통일화되고 구조화 된 형태로 저장됨. CPS는 클라우드 기반 네트워크 내에서 지능형 노드와 같은 역할을 하며 기술적 커뮤니케이션과 데이터 교환 기능을 보장함. 생산 공정의 다양한 지점에서 이러한 간단한 점검으로 제품 질을 보장할 수 있고, 지원 시스템은 전 생산 공정에 걸쳐 품질 보증을 위해 이러한 기술 솔루션을 활용하고 관리하고 모니터링 함. 품질 특성과 상황적 필요에 따라 가공 단계가 정의되고 재정렬 됨.</p>
<p>2. CyProF-Insights from a Framework for Designing Cyber-Physical Systems in Production Environments</p> <p>제조 환경에서의 통합 CPS에 대한 경험이 거의 없는 상황에서 참조 아키텍처(reference architecture), 방법론(methodology), 절차적 모델(procedural model)은 선 정의된 구조와 가이드라인을 제공함으로써 CPS</p>

<p>의 적용을 도울 수 있음. 이 보고서는 제조 환경에서의 CPS 기반 솔루션 설계를 위한 CyProF라는 프레임 워크를 설명하고 있음. 엔지니어들은 디자인 단계에서 복잡성을 다루는데에 이 프레임워크를 활용할 수 있음.</p>
<p>3. Intelligente Vernetzung in der Fabrik- Industrie 4.0 Umsetzungsbeispiele für die PRAXIS</p> <p>4. Referenzarchitektur für die CPS-basierte Fabrik</p> <p>5. CPS-Referenzarchitektur zur Unterstützung des Transfers von Industrie 4.0 in die Praxis</p> <p>사물인터넷은 매우 흥미로운 주제로 이로 인해 생산 프로세스는 전혀 예상치 못한 방식으로 변화해가고 가상 세계와 현실이 서로 연관짓게 됨. 이 보고서는 미래의 생산기술과 인터넷 기술 융합을 통해 글로벌 산업 생산에 급격한 변화가 어떻게 이뤄지고 조직화되고 있는지를 보여줌.</p>
<p>6. Eine Entwicklungs- und Ablaufumgebung für das interaktive Handbuch für Cyber-Physische Produktionssysteme</p> <p>교육방식 및 지원(Schulungsmaßnahmen und -hilfsmittel)은 CPS 도입 및 운영에 있어 핵심적 과제 중 하나임. 이 보고서의 목표는 CPS 프레임 워크에서 생산 과정 동안에 작업자들이 필요로 하는 것을 지원하기 위한 것임. 숙련되지 않거나 훈련되지 않은 작업자들도 새로운 생산 프로세스를 학습할 수 있도록 지원되어야 함. 이를 위해 CPS 프로젝트 범주로 대화형 매뉴얼이 설계됨. 이러한 통합 음성입력 방식은 자연스럽고 효율적인 작동을 통해 상응하는 정보로의 접근을 쉽게 함.</p>
<p>7.Intelligent Manufacturing based on Self-Monitoring Cyber-Physical Systems</p> <p>이 보고서는 실제 산업 환경과 가상을 결합하는 시스템의 접근방식과 구현 방식을 소개함. 통신과 데이터 관리를 위해서는 CPS와 활성 디지털 메모리(active digital memories)가 필요함. 이러한 접근 방식을 통해 품질 특성을 보장하고 구조화된 형태로 모든 정보를 설명하기 위해 가상 디지털 메모리(virtual digital object memories)에 기반 지원 시스템을 만드는 것이 아이디어임.</p>
<p>8. Informationsmodell für Cyber-Physische Systeme zur Beschreibung von Objekten von der Unternehmensebene bis zur Feldgeräteebene</p> <p>이 보고서는 기업차원에서부터 시작하여 필드에 있는 장치차원에 이르기까지 모든 개체에 대한 지속적인 설명이 가능토록하는 정보모델(Informationsmodell)을 설명하고 있음. ISA95 및 MTConnet와 같은 기존의 인정한 표준에 기반하여 CPS가 생산환경에서 자신을 식별하고 데이터를 자율적으로 교환할 수 있도록 함.</p>
<p>9. SiAM-dp, eine multimodale Dialogplattform im Industriekontext</p> <p>* 별도로 기재된 내용이 없음</p>
<p>10. Interaction Mechanism of Humans in a Cyber-Physical</p>

Environment
11. Interaction Mechanism of Humans in a Cyber-Physical Environment
Industrie 4.0의 연구 목표는 생산 및 물류 분야에서의 CPS 개발임. 이러한 CPS 기반 환경은 이종적(heterogeneous) 지능형 자율성이 증가하고 통신 인공지능이 인간과 통합된다는 특징이 있음. 따라서 인간의 역할은 이러한 미래 CPS 환경을 위한 복합적인 요소(man-in-the-mesh)가 될 것임. 이 보고서는 데이터 교환의 명확한 의미화를 포함하여 인간이 CPS와 강화된 커뮤니케이션을 해야 하는 필요성을 설명하고 있음.
12. Human Centered Assembly: a case study for an anthropocentric cyber-physical system
이 보고서는 미래의 공장을 관리하기 위한 합성 하이브리드 시스템에 필수 구성요소를 통합적이고 역동적이고 구조적이고 기능적으로 동화하는 인간친화적(anthropocentric)사이버 물리 참조 모델에 관한 것임. 이것은 공장 자동화에서 인간은 단순한 역할이 아닌 고도로 자동화된 복합 요소로 역할을 하며, 이러한 공장에 최신 성과를 적용하기 위해서는 대규모의 복합 시스템이 필요하기 때문임. 이 개념은 구체적 사례 연구를 통해 수동 조립 공장에서 인간 작업자의 인지 증강(cognition augmentation)을 다룸으로써 인간중심 사이버 물리 참조모델을 예시화하여 보여줌
13. Preliminary Insides for an Anthropocentric Cyber-physical Reference Architecture of the Smart Factory
연산, 통신, 제어 요소들이 인간적 요소는 무시된 채 오직 물리적 요소와 계산적 요소들만이 고려된다는 것이 CPS에 대한 고전적 견해였음. 이 보고서는 스마트팩토리(ACPA4SF)를 위한 인간적인 사이버 물리 참조 아키텍처에 대한 견해를 제공하고 있음. 참조 모델의 큰 특징은 통합된 불가결성(unified integrality)으로 인해 기능을 잃지 않고는 더 작은 기능으로 분해될 수 없다는 것임. 이 보고서는 ACPA4SF의 참조 모델 및 그것의 복합적 유형 및 가능한 기술 접근 방식을 선제적으로 보여줌.

## (2) KapaflexCy(Selbstorganisierte Kapazitätsflexibilität für die Industrie 4.0)

유연한 생산 및 서비스를 통해 위기대응 고용전략을 수립하는 동 프로젝트는 프라운호퍼 IAO가 BorgWarner, Bruker Optik, Stuttgart Airport, Institute for Ergonomics and Technoloty Management, Introbest, Kaba, Sap, Trebing&Minstedt와 함께 자체구성 생산력관리(selbstorganisierte Kapazitätssteuerung)을 개발한 프로젝트이다.

맞춤형 제품을 생산하기 위해서는 기업이 보다 역동적이고 적응력이 뛰어나며 고객 지향적이어야 한다. 이것은 기술 영역에서뿐만 아니라 고용된 개인들에 대해서도 상당히 높은 유연성을 요구하는 것으로, 고객의 요구에 따른 생산을 하기 위해서는 실시간에 가깝게 직원들의 유연한 배치가 가능해야 하나, 실제로는 팀 리더가 각 직원의 근무시간을 조정해야 하므로 비효율적으로 진행되고 있었고 심지어 이를 위해서는 직원, HR 감독관, 다른 팀 리더 등과도 의사 소통을 해야 하는 상황이었다.

인더스트리 4.0 기술을 통해 회사는 근로자의 직접적인 참여하에 매우 유연성있고, 단기간에 그리고 기업간 광범위하게 생산능력을 조정할 수 있음을 의미한다. 주문상황이 변하고, 시장이 불안정하더라도 기업은 빠르게 대응함으로써 비생산적인 시간들을 피하고 생산력관리를 위한 노력을 줄일 수 있으며, 직원들은 투명한 인력배치 계획을 통해 일, 가족, 연가 시간의 균형을 최적화할 수 있고 이를 통한 동기부여가 가능해진다. 이 프로젝트는 실시간 CPS 데이터, 모바일 장치 및 Web 2.0기술을 사용한 새로운 형태의 유연성(Kapazitätsflexibilität)을 제시해준 것으로 평가된다.

실제로 BorgWarner사는 2014년 12월 암베르크에서 열린 Industrie 4.0 시상식에서 인력계획을 최적화하는 새로운 소프트웨어 개발로 특별상을 수상했는데, 이 소프트웨어를 통해 직원들은 실시간으로 제공되는 정보를 통해 단기 교대 근무를 직접 구성할 수 있게 되었으며 회사는 고객 요구에 신속하고 유연하게 대응할 수 있게 되었다는 평가를 받고 있다.

흔히 볼 수 있는 ‘위에서 아래’로의 명령하달 방식은 그룹 내의 혹은 그룹 간의 수평적 관계로 전환되고 있는데, 이는 모바일 장치의 일관된 사용과 CPS를 통한 생산 방식 덕분에 가능해지고 있다. CPS는 실시간으로 생산 환경에 대한 정보를 전달하고, 전형적인 요구 상황에서 적합한 인력 관리 방식을 배우며, 이러한 것들을 직원들을 위한 커뮤니케이션 기능과 결합시키며 이를 위해 동 연구 프로젝트에서는 생산을 위한 유연성 요구와 커뮤니케이션 관계에 대한 분석이 이뤄졌다.

이를 바탕으로 직원들에게 일종의 플랫폼이 제공되며, 이 플랫폼을 통해 직원들은 필요한 요구에 따라 스스로 작업을 조정할 수 있게 되었는데, 이를 위해 고용평가(Kapazitätsbewertung), 미션생성(Einsatzgenerierung) 유동적인 대체투표(mobilen Einsatzabstimmung)를 위한 방법론이 개발되고 파일럿 프로그램을 통해 평가되었다.

프라운호퍼에서 제시한 유연한 인력배치를 위한 빌딩 블록 내용은 다음과 같다.

< 그림 8 : 인력 배치를 유연하게 만들기 위한 빌딩 블록 (프라운호퍼) >



**※ 참고: 직원 배치를 보다 유연하게 만들기 위한 빌딩 블록(프라운호퍼)**  
(Bausteine zur Flexibilisierung des Personaleinsatzes)

유연한 인력 배치에 대한 요구 사항은 각 회사에 따라 다름. 아주 획기적인 솔루션이 필요한 것은 아니지만, 필요에 맞는 유연한 인력배치는 필요함. 빌딩 블록을 통해 조정, 조치, 수단 등을 최적화 시킬 수 있음.

① 블록 1 : 지속적 측정

당사는 벤치마크를 통해 시장, 고객, 생산 및 직원의 요구 사항을 분석하고 현재의 인력 유연성을 측정함으로써, 조정작업의 필요성을 객관적으로 식별함.

② 블록 2 : 맞춤형 고용

정황에 맞는 근무형태, 근무 시간 모델, 교대 시스템, 근무시간계정 및 투입을 위한 규칙의 선택과 측정이 유연성을 위한 범주내의 일들임. 프라운호퍼의 KapaFit 도구는 유연한 인력 배치의 측정 가능하고 정량적인 이점을 객관적으로 보여줌.

③ 블록 3 : 활성화된 조정

매일의 실제 캐파 조정만이 유연한 인력배치의 비용 및 생산성 잠재력 조정을 가능케 함. KapaStar-Cockpit을 통해 요구되는 캐파를 5분내에 계산할 수 있음.

④ 블록 4 : 스마트 커뮤니케이션

교대근무 및 근무시간의 단기 변경은 오늘날 스마트 폰을 통해 수행되지만 주로 개인 직원들의 WhatsApp에 그룹에서 이루어짐. 향후 KapaFlexCy 앱을 통해 규정화 된 워크플로우, IT 시스템 인터페이스 및 자기 조직을 위한 조정 기능을 더 잘 수행 할 수 있음.

**(3) ProSense**

사이버지원시스템 및 지능형 센서를 기반으로 한 고해상도 제어 시스템 개발하는 프로젝트이다.

생산제어라는 것은 한편으로는 생산 프로세스가 안정적으로 진행될 수 있도록 설계되어야 하고 다른 한편으로는 역동적인 시장의 요구에 대응할 수 있도록 설계되어야 하는데, 이를 위해서는 직원의 의사 결정을 지원하기 위한 고해상도의 실시간 생산 데이터가 처리될 수 있는 모듈식 IT 구조(modularen IT-Struktur)가 필요하다. ProSense의 솔루션 사용을 통해 계획

에 대한 신뢰도가 향상되며, 불안정한 생산 환경에도 불구하고 고객의 요구에 부응할 수 있을 것으로 기대되었다.

고해상도 정보를 기반으로 생산 조정을 위한 자동조치가 제안되었는데, 동조치의 목표는 생산조정이라는 것이 작업장뿐만 아니라 IT 시스템 상에서도 필요한 개입에 대한 근거있는 결정을 내릴 수 있도록 하는 것을 의미하는 것이었다.

ProSense 프로젝트는 생산제어 분야에서 구체화되고 유용한 Industrie 4.0 개념 및 솔루션 설계에 기여하는 것으로 평가되었다. 실제 아헨 실험실 공장에서 ProSense 연구 프로젝트의 결과물을 테스트해보기도 했는데, 현재에는 관련하여 추가 연구들이 진행 중이다.

Industrie 4.0 솔루션의 접근 방식은 Liege, 운송 및 대기과정에서의 정확한 전환시간(Übergangszeit)을 분석함으로써 생산을 보다 정확하게 조정할 수 있을 것을 말하며, RFID 기술은 자동적으로 기록되는 시간기록을 용이하게 하고 실제 전환시간(Übergangszeit)과 작업시간을 조합시킴으로써 실제 상황에 대한 믿음만한 그림을 제시해주며, 생산조정에서 취약점을 발견할 수 있도록 해줄 것으로 기대된다.

이와 관련하여, 아헨공대가 추진중인 연구방향을 살펴보았는데, 아헨공대는 한 기업에서 발생할 수 있는 모든 문제에 대한 해결책을 제공한다는 목표하에 생산기술(Production technology) 전반에 관한 연구를 추진중으로 마모제조과정(Abragende Fertigungsverfahren), 자동화 및 조정 기술(Automatisierung und Steuerungstechnik), 디지털 전환(Digitale Transformation), 공장계획(Fabrikplanung) 등 다양한 분야에 걸쳐 약 200여 개의 R&D 과제를 수행해오고 있다. 2019년에는 New Aachen Cluster of Excellence Internet of Production을 발족시켰는데, 이미 지난 12년 동안

Excellence Cluster(Integrative Production Technology for High-Wage Countries)를 통해 제조업의 미래와 경쟁력 확보를 위한 다양한 솔루션도 제공해왔다.

아헨공대의 연구 주제의 키워드는 IoP(Internet of Production)로 실시간으로 관련된 모든 정보의 안전한 이용을 보장하는 것으로, 4차 산업혁명의 핵심 기술로 여겨지고 있다. 솔루션에는 새로운 지능 생산 시스템의 개발, 보다 효율적인 고객 특화 생산 및 통합 생산 사이클 조정을 위한 솔루션 제공 등이 있으며, 이러한 연구를 위해 아헨대의 기계공학, 컴퓨터 공학, 소재 과학, 경제학 등 다양한 분야의 저명한 과학자가 참여함으로써 학제간 연구를 도모하고 있다. 이는 생산기술의 제4차 산업혁명 시대로의 이전을 위한 토대를 마련할 것으로 기대되고 있으며, 이를 위해 응용 및 혁신 솔루션을 위한 연구들이 추진 중이다.

#### (4) AUTONOMIK

일종의 기술프로그램인 "AUTONOMIK für Industrie 4.0"은 BWE의 중요한 아젠다 중의 하나로, 다양한 기업들과 연구소에서 진행된 15개의 실험적인 기술 프로젝트에 의해 수행을 통해 Industrie 4.0의 개념을 구성하고 특히 자동화 기술 시스템의 개념과 실현화에 관심을 쏟았다. 이러한 프로젝트들은 2013년 또는 2014년에 시작되었으며 "산업을 위한 디지털 혁신(Digitale Innovationen für die Industrie) 컨퍼런스에서 프로젝트 결과물에 대한 발표가 있었다. 대표적으로 수동 조립을 위한 보조시스템 개발프로젝트인 motion EAP와 문화상품의 3D화를 위한 프로젝트인 CultLab3D에서 개발된 스캔기술은 제품의 질을 높이고 수작업에서의 3D모델링을 가능하게 하는데 적합한 것으로 평가되고 있다.

동 프로젝트는 크게 5가지 주요쟁점을 다루고 있는데, 이 쟁점들은 Industrie 4.0의 주요 기술/경제적 과제를 서술하고 있다.

7) ① Liegezeiten은 일반적으로 주문 처리시간(Durchlaufzeit eines Auftrags)의 90~95%를 나타내지만 정확한 기간은 종종 간접적으로 결정될뿐인가? ② 주문이나 재료의 위치 등은 종종 생산 과정에서 정확히 알려지지 않는데 이를 해결할 방법은? ③ 전환시간(Übergangszeit)을 정확하게 결정함으로써 어떻게 생산 조정계획이 개선될 수 있는가?

### ① 네트워크 연결 생산 시스템(Engineering vernetzter Produktionssysteme)

디지털 네트워킹 시스템은 Industrie 4.0의 주요 특징 중 하나로, 시스템의 계획·구축·운영에서 자동화 기술과 생산 엔지니어링 기술이 부각되는 것이나 이러한 것은 완전한 새로운 도전이었다. CoCoS, InnoCyFer, OPAK und SPEEDFACTOR 프로젝트를 통해서 이러한 과제들에 대한 연구를 진행했고, CultLab3D 프로젝트는 3D스캔 기술을 문화상품의 대량 생산에 적용시킴으로써 품질 관리를 위한 자동화 솔루션을 제공한 것으로 평가되고 있다.

### ② 내부물류 자율시스템(Autonome Systeme in der Intralogistik)

기업 내부의 물류 프로세스를 말하는 Intralogistik은 Industrie 4.0의 주요 특징 중 하나로 공장에서의 무인 운송시스템(지게차), 생산 기술 시스템(지능형 기계), 대형 건설기계의 자동화를 높이기 위해 FTF, SMART FACE, SMARTSITE 프로젝트가 진행되었다.

### ③ 산업 서비스 로봇(Industrielle Servicerobotik)

InventAIRy, MANUSERV, ReApp 프로젝트가 공장내의 생산환경 및 물류상의 통합 로봇 시스템에 관한 연구를 진행하였다.

### ④ 생산인력(Der Mensch in der Produktion)

Industrie 4.0은 인력구조와 근로장소 및 환경에 많은 변화를 가져왔으며, APPSist와 motionEAP는 작업에서의 유연성을 증가시키고 성과가 낮은 근로자를 좀 더 생산 과정에 잘 통합시키기 위한 디지털 보조시스템 분야를 포함하고 있다. InSA 프로젝트에서는 인간과 거대한 로봇시스템과의 공동 작업 개념을 개발하고 시험해보았다.

### ⑤ 비즈니스모델(Geschäftsmodelle)

Industrie 4.0은 가치사슬의 변화를 가져오고 새로운 비즈니스 모델이 가능

하도록 해야한다. GEMINI 프로젝트에서는 아주 긴밀한 사업파트너들간의 협력을 통해 하나의 방법론이 개발되었는데, 이를 통해 기업들은 Industrie 4.0에 특화된 새로운 사업 모델을 시스템적으로 발전시키고 경제적 지속가능성 차원에서 평가를 내릴 수 있기 때문이다.

시너지 효과는 프로그램 연구에 중요한 핵심을 형성하였고, Industrie 4.0의 배경에서 프로젝트 전반에 걸쳐 형성된 질문을 다룰 수 있게 된 바, 다음의 횡단면적 이슈들이 프로젝트 파트너들에 의해서 선정되었다.

- 법(Recht) : 생산 시스템의 네트워킹과 자동시스템 사용은 책임, 인증, 데이터 보호라는 차원에서 새로운 법적 과제를 부여함. Ju-RAMI(Industrie 4.0을 위한 법적 참조 아키텍처)와 함께 각 연구들은 참조 모델을 발전시켰고, 법 전문가들은 그들의 프로젝트가 자동화를 위한 과정에서 어떠한 법적 영역과 맞닿아 있는지에 대해 평가할 수 있게 됨.
- 규범과 표준(Normen und Standards) : 독일 국내·국제 표준화에서 중요 참여자로서 DKE(Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik)는 프로젝트의 결과물을 묶어 표준화를 위해 실제 작업장에 도입함. 여기에는 “Industrie 4.0 표준화 로드맵(Normungs-Roadmap Industrie 4.0)” 와 “케이스 사례 축적 작업(Use Case Management Repository)에의 참여가 포함됨. 데이터베이스에 기반한 비교작업을 통해 UCMR은 사용자들에게 어떠한 데이터가 교환되었고 그 데이터들은 어떻게 보호되어야 하는지를 보여줌. 이를 위해서 비교 사례를 통해 개발자에게 추가적으로 필요한 각 행위자들, 인터페이스, 기능, 요건 등을 정의함으로써 바람직한 사용을 위한 전환을 추구함.
- Industrie 4.0에서의 작업의 미래(Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0) : 작업과정, 작업 조직, 자격 요건은 Industrie 4.0에서 다각도로 생각되어야 하고 새로 디자인 되어야 함. BMWi와 BMAS의 공동 협의체인 “디지털 세계에 대한 작업들(2016.1)”를 통해 디지털화와 연관된 기회와

과제들이 논의됨. 관련 전문가, 기업인들, 노동조합과의 토론은 물론, 진행된 연구과제물들의 결과들과 함께 “Industrie 4.0에서의 작업의 미래-새로운 관점과 질문들”이라는 책을 발간해냄. 연구과제인 SoMaLI(SocialManufacturing and Logistics - Ein Leitbild der technologischen, organisatorischen und sozialen Herausforderungen der Industrie 4.0)도 이런 맥락에서 개시됨

- Industrie 4.0을 위한 안전한 소프트웨어 아키텍처(Sichere Software-Architekturen für Industrie 4.0) : 네트워크로 연결된 생산 및 물류 설비와 관련하여 이용가능성(Verfügbarkeit), 신뢰성(Ausfallsicherheit), 실시간가능성(Echtzeitfähigkeit), 기능적 안전성, IT 보안에 대한 높은 요구 수준은 소프트웨어 아키텍처 및 시스템 개발자에게 새로운 도전 과제를 부여함.

동 R&D 프로젝트하의 많은 결과물들이 Platform Industrie 4.0에 개시가 되었고, "Landkarte Industrie 4.0"에도 반영되었다. AUTOMATIK 프로젝트가 진행되는 과정에서 Industrie 4.0을 위한 새로운 도전 과제들이 제시되었는데, 2016년 독일연방경제에너지부가 수립한 새로운 기술과 융합을 산업 분야에 활용하기 위한 기술프로그램인 PAiC(Platforms/Additive Manufacturing /Imaging/Communication/Engineering)이 대표적이다.

동 프로그램의 내용은 다음과 같다.

- 일반적인 제품 엔지니어링 및 생산 프로세스와의 상관관계 설정을 위한 새로운 기회를 창출할 수 있는 기술 및 방법론
- 회사간, 자율화되고 분산화된 물류 솔루션
- 산업용 적용을 위한 3D 기술
- 산업을 위한 안전하고 강력하고 실시간으로 가능한 통신 솔루션
- 서비스 로봇의 촉진을 위한 모듈화되고 오픈된 플랫폼

하부 프로젝트의 내용은 다음과 같다.

### ① APPsist(Intelligente Assistenz- und Wissensdienste für die smarte Produktion)

고객들의 고품질의 저렴한 개별적 상품 생산 요구가 증가함에 따라 제조 회사들은 유연한 생산 시스템에 대한 의존도가 높아지고 있으며, 그러한 생산시스템의 복잡성과 각 개별 요소들의 지능(Intelligenz)에 대한 요구가 높아짐과 동시에 시운전, 모니터링, 유지 보수등과 관련하여 직원들에 대한 요구도 높아지고 있다. APPsist는 지능형 지식 및 지원시스템의 발전에 기여했는데, 가령 하나의 제조시설에서 불량 부품이 생산되면 시스템은 자동적으로 관련 정보를 텍스트나 이미지로 직원에게 전송하고 동시에 이 직원은 수정을 위한 지능형 지원지침을 받게 된 것이다. 여기에는 지식모듈이 수반되는데, 오작동이 수정된 이후에 추가로 차별화된 관련 정보가 제공되었다.

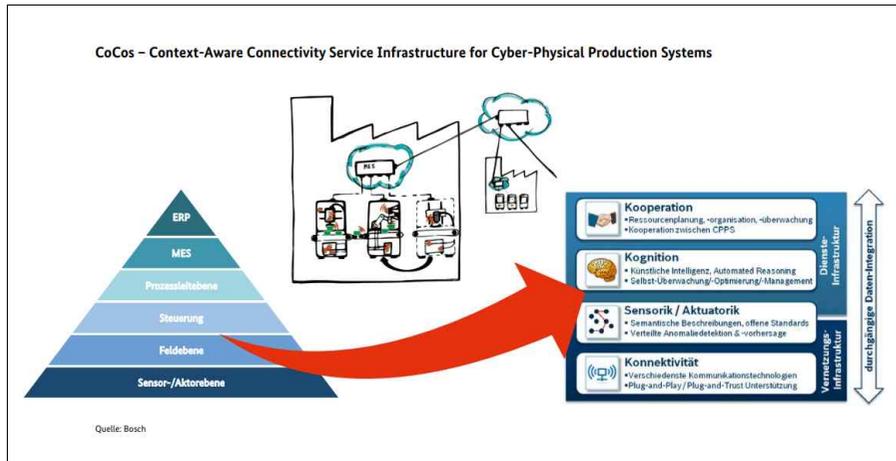


### ② CoCos ; IT-Infrastruktur für intelligente Fabriken

오늘날의 생산시스템은 위계화된 질서에 따른 자동화 원칙에 따라 피라미드 형태로 구조화되어 있다. 생산 프로세스의 계획 및 조정이라는 최상위 과제에서 기계 및 시설의 개별 조정이라는 가장 낮은 수준의 과제에 이르기까지 각 층에는 개별 과제들이 부여되어 있고 전반적으로 독자적인 커뮤니케이션 기술이 사용되고 있다. 하지만 이러한 방법은 생산과정에서 변동

이 있어야 할 경우 비싼 비용을 초래하는데, 각 층 별 단계를 새로운 요구에 맞춰 과정을 끝내도록 해야 하기 때문이다.

소위 CPS란 서로 정보를 교환하고 해결책을 찾을 수 있는 지능형 기계, 저장 시스템 및 운영 리소스로 구성됨. 계층적으로 구조화된 커뮤니케이션 프로세스와는 달리 변화된 요구에 빠르게 대응할 수 있는 구조가 되는 것을 의미한다. 개별요소들의 상호작용을 위한 중요전제가 바로 지속 가능한 정보/통신 인프라이다. 이를 통해 전체 시스템이 네트워크화 되고 더 많은 생산 설비들이 서로 연결될 수 있는바, 동 프로젝트에서는 이러한 정보/통신 플랫폼을 개발함으로써 기계, 운송기구, 공작 기계가 생산 라인에서 서로 합쳐질 수 있도록 하였다.



### ③ CultLab3D :Mobile Scan-Straße für 3D-Massendigitalisierung

책, 그림 등 2차원의 문화상품들의 디지털화는 이미 수많은 도서관과 박물관에서 기술화가 되어 있다. 하지만 3차원 물건에 대한 스캔 및 디지털 이미징은 지금까지는 불만족스러운 상태이며, 현재에 이것은 손이 많이 가는 큰 장치를 통해서만 가능하다. 대부분의 경우에 개체를 기록하기 위해서 박물관에서는 자체 시스템을 구성하여 구축하고 보정해나가는데, 이러한 시스

템은 수준높은 인력과 재정적 지출을 필요로 하기 때문에 뛰어난 문화재 스캔에만 사용된다. 즉 3차원의 대규모 3D 캡처는 박물관이나 고고학 유물에는 가능하지 않은 것이다.

동 프로젝트는 간단하고 자동화된 캡처를 위한 자동 디지털 라인을 개발하는 것으로 동 라인은 매우 견고하며 현장에서 필요 업무를 처리한 후 다른 장소로 이동도 가능하다. 제품의 스캔 기술은 품질보증과 관련한 Industrie 4.0의 영역으로 옮겨갈 수도 있을 것으로 기대된다..



### ④ FTF out of the box : Intuitive Steuerung für fahrerlose Gabelstapler

무인운송차량(FTF)는 수동조작 차량에 비해 물류 과정에서의 생산성을 획기적으로 높일 수 있다. 기존 시스템들은 부분적으로 또는 완전히 자율적이며, 부분 자율시스템으로는 운송할 물품을 들어올리고 내리고 하는 작업이 작업자에 의해 수동으로 제어가 되어야 한다. 이러한 작업은 특별한 능력을 요하는 일은 아니다. 완전 자율시스템의 경우 운송 기계의 개별적 조정을 위해서 특별히 제작된 소프트웨어 솔루션이 필요한데, 믿을수 있는 네비게이션을 가능하게 하기 위해서는 비용이 많이 드는 인프라 구축이 필요하다. 게다가 기존 자율시스템은 변경에도 유연하지 않으며, 장애물이 나타나면

강제로 비상 정지를 해야 하며, 정확히 지정된 장소에 운반되지 않는 경우도 있다. 그래서 작동이 쉽고 환경변화에도 가능한 설치 시스템에 대한 요구가 컸다.

동 프로젝트의 목표는 FTF 개념을 지게차 운영에 이전 시켜서 추가적으로 개발하는데 있다. 지게차는 공장, 저장창고에서 자동적으로 탐색하고 가상 지도를 독립적으로 활용하여 센서 데이터를 생성하고 지정된 장소로 이동하고 변화에 민감하게 반응할 수 있어야 하는 것이다.

### ⑤ GEMINI : Instrumentarium zur musterbasierten Entwicklung von Geschäftsmodellen bei Industrie 4.0

디지털화는 새롭고 유망한 산업생산에 대한 관점을 열어주었는데, 엄격했던 고객-공급자간의 관계는 점점 더 유연한 네트워크로 대체되고 있다. 동시에 완전히 새로운 비즈니스 모델에 대한 기회도 발생한다. 많은 잠재력을 갖고 있는 것이 데이터 분석에 기반한 서비스(제품 라이프 사이클 추적, 예방적 유지보수), 고객 통합서비스(오픈 이노베이션, 고객특화 제품), B2B 플랫폼(제조능력 제공) 등이 그것이다. 디지털화의 맥락에서 보여지듯이 고전적 영역에서의 비즈니스 모델의 분석은 이상적인 패턴의 조합에 기반한다. 이러한 예가 "Razor and Blade"이다. 이 사례에서 기본제품은 할인된 가격으로 제공되는데 반해 기본제품의 사용을 위해 필요한 보완제품은 높은 마진으로 판매된다. 기본제품을 통해 고객은 회사와 연결되며, 보완제품의 도움으로 높은 수익 잠재력이 실현되는 것이다.

GEMINI 프로젝트는 패턴에 기반한 비즈니스 모델 개발을 위한 도구를 제공한다. 프로세스, 방법론, 구조화된 패턴과 표준버전 및 IT 도구로 구성되고 기업은 Industrie 4.0에 특화된 패턴을 개발하고 실제로 이를 도입할 수 있게 된다.



### ⑥ InnoCyFer ;Integrierte Herstellung und Gestaltung kundeninnovierter Produkte in intelligenten Fertigungssystemen

제조 기업들에게 고객의 개별 설계 요구 사항을 실현하는 것은 주요 과제로 언급된다. 예를 들어, 신차의 구성에 대해 고객들은 자신의 희망과 아이디어를 제품에 적용할 수 있지만 고객들의 요구는 훨씬 더 높은 수준의 요구를 하고 있는 것이다. 그들은 제품의 모양에 대해 직접 영향을 미치고 심지어 제품 자체의 혁신도 원한다. 이를 위해서는 새로운 인프라와 유연성을 가진 생산 설비가 필요한데, 이를 통해 고객의 아이디어를 짧은 시간에 실행하고 제품의 마지막 단계에서도 변경이 가능한 것이다. InnoCyFer 프로젝트에서는 개별 전자동 커피머신의 예를 사용해서 고객 혁신 제품의 가치 사슬의 실현을 위한 방법론과 행동방법론이 개발되었고, 이를 통해 제품 엔지니어링의 첫 단계가 제시되어졌다.

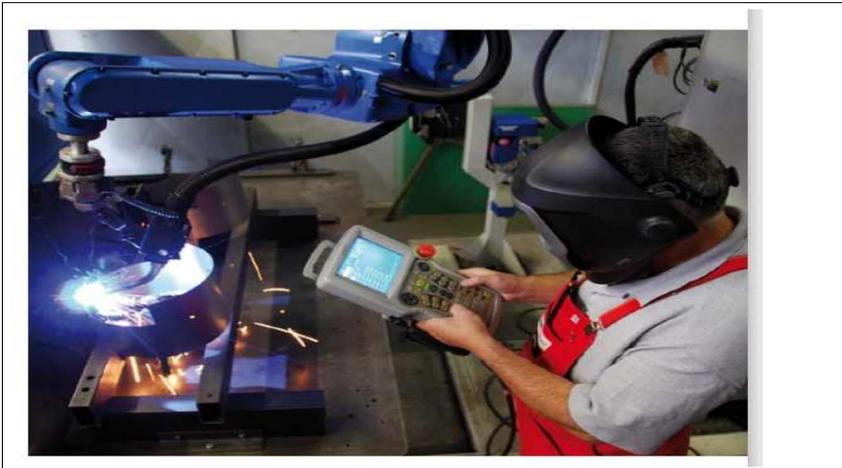
동 프로젝트의 목표는 구성요소들이 개별화가 가능토록 방법론을 개발하는 것이며, 이를 통해 기업들은 그들의 제품의 개별화 가능성을 검토할 수 있고 어떠한 구성요소들이 고객에 의해 문제없이 설계될 수 있는지를 알 수 있게 하는 것이다.

### ⑦ InSA: Integrierte Schutz- und Sicherheitskonzepte in Cyberphysischen Arbeitsumgebungen

현대 생산 환경에서 인간과 산업 로봇의 작업 영역은 분리되어 있는데 이것은 부상이나 사고를 피하기 위해서이다. 하지만, 제품생산의 자동화 정도가 높아지면서 점차 이 영역은 서로 겹쳐지고 있고, 이로인해 기계가 중지되거나 이를 통해 생산이 중지될 때, 작업자에게 위험을 초래할 수 있는 상황이며, 이것은 막대한 경제적 손실로 이어질 것이다.

동 프로젝트의 목표는 정적인 작업환경에서뿐만 아니라 동적 상호작용 가운데에서도 로봇의 사용자와 작업 환경이 보호될 수 있는 포괄적 개념의 안전개념을 개발하는 것이다. 이 실험에서 사람들은 모션감지를 위한 대화

형 센서 의류를 입고 산업용 카메라와 안전레이저스캐너로 추가 기록을 한다. 이러한 방식으로 얻어진 정보를 보안시스템은 위험을 계산하고 보호 조치를 시작할 수 있으며 심지어 위험 시나리오하에서 로봇은 속도를 감소시킨다. 이러한 상황에서 생산 과정을 중단시키지 않고 위험 사건에 대해 동적으로 대응할 수 있으며, 이를 통해 근로자의 위험은 제거될 수 있다.



**⑧ InventAIRy : Drohnenbasierte Inventur von Lagerbeständen**

재고조사는 법적으로 필요하며, 이를 위해 고용되는 임시근로자들은 비용도 많이 들고 실수로 이어질 수도 있다. 수동 재고조사는 인건비 외에도 창고 운영의 상당부분이 중단을 초래하기도 한다. 수동으로 기록되어야 하기 때문에 바코드나 RFID 태그의 사용은 거의 변경되지 않음. 이상적인 것은 오류없이, 자동적으로 영구적으로 이 과정을 실행하는 것일 것이다.

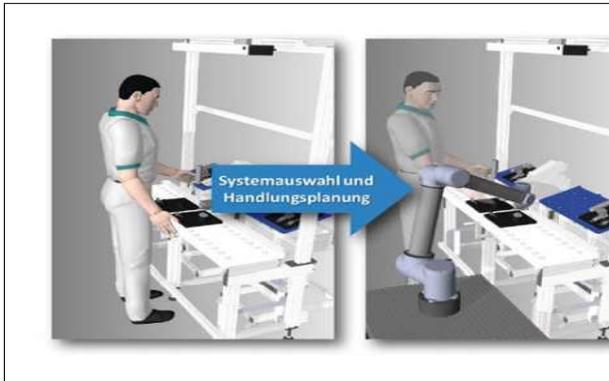
기존 틀에서 자동화된 재고조사를 위한 방법은 높은 비용으로 창고를 짓고 새로운 과제를 수행하는 것이다. 하지만 이런 일은 특히 중소기업에게는 어려운 일이며, 자동화된 재고조사 데이터는 동시에 기존의 창고관리 시스템의 통합을 위한 소프트웨어의 개발을 요구하는 일이기도 하다.

동 프로젝트에서는 독립적으로 창고를 탐색하고 재고를 수집할 수 있는 자율 비행로봇을 개발하는 것이다. 물건들은 창고에 있는지 아외에 있던지 바코드나 RFID 태그를 통해 파악된다. 동 로봇의 장점은 어느 방향으로든지 움직일 수 있다는 것이고 어디든지 도달할 수 있다는 것이다.



**⑨ MANUSERV : Planungs- und Entscheidungsunterstützung für den Einsatz industrieller Serviceroboter**

생산과정의 많은 수동 작업들은 서비스 로봇에 의해 수행될 수 있다. 특히 단조롭고 육체적 노동이 필요한 일에서 해방된다는 것이 큰 자산이 될 것이다. 산업용 서비스로봇의 투입의 경우에도 로봇 가능성에 대해 지식이 부족하다거나, 높은 비용에 대한 걱정을 한다거나, 타당성조사나 적절한 솔루션의 선택 및 실행을 위한 시간등을 소요하게 된다. 반면에 서비스 로봇 개발자나 제공자는 자동화에 적합한 과정으로 이끌기 위한 구체적 정보가 부족한데, 이러한 정보의 부족으로 인해 특히 중소기업들의 경우 효율성을 끌어올릴 수 있는 잠재력이 미사용 상태로 남아있게 된다. 따라서 동 프로젝트에서는 산업용 서비스로봇의 잠재적 사용을 통해 단순화된 방식으로 프로세스를 분석하고 평가할 수 있도록 하는 계획 및 의사결정지원 시스템을 개발하는 것이며, 이것은 기술타당성 및 경제적 의미에 관해서도 의미가 있다. 이 시스템은 최적화된 서비스 로봇의 선택, 비용 평가, 프로그래밍 및 솔루션 시운전을 가능케 해 줄 것이다.



⑩ motion EAP : Assistenzsystem für die Montage mit Echtzeit-Feedback

개별 작업단계에서의 영구적인 품질관리 및 IT 지원은 산업 노동자에게는 익숙하다. 그러나 지원시스템은 너무 늦게 작동한다. 가령, 완전히 조립된 가위를 검수할 때에 비로소 잘못 삽입된 스프링이 발견된다는 것이다. 차라리 작업장에서 그가 실수를 하려고 한다는 것을 바로 지적해 주는 것이 나올 수 있는데, 직원의 책임감이 높고 일을 잘하기 때문에 비싼 후작업을 피하고 동시에 근로자의 동기도 고취시킬 수 있을 것이기 때문이다.

따라서 동 프로젝트에서는 조립 프로세스에서 새로운 종류의 지원시스템의 개념을 세우고 발전시켜서 테스트하는 것이 목적이다. 이러한 지원시스템은 작업 단계가 옳게 수행되고 있는지에 대한 지원시스템으로 제공되며, 마찬가지로 인체공학적으로 불리한 움직임과 자세를 지적하기도 한다. 이러한 지시는 작업 영역에서 바로 근로자에게 전달된다. 이러한 지원시스템이 유용해지기 위해서는 나이트 숙련자의 요구사항을 수행하기 위해 특별한 주의가 필요하다.



⑪ OPAK: 3D-gestützte Engineering-Plattform für die modularisierte Entwicklung und intuitive Inbetriebnahme von Produktionsanlagen

현대 생산시스템에서 자동화의 요소들은 점점 상호간에 그리고 전체 가치 사슬의 다른 부분들과 연결되고 있다. 개별 구성요소들이 점점 센서와 액츄에이터가 장착되어지고 독자적인 지능을 갖추고는 있지만, 다른 구성요소들과는 중앙 통제를 통해 커뮤니케이션 하며, 이런 중앙 통제방식은 시운전과 조정을 위해 특별히 훈련된 전문가가 필요하다.

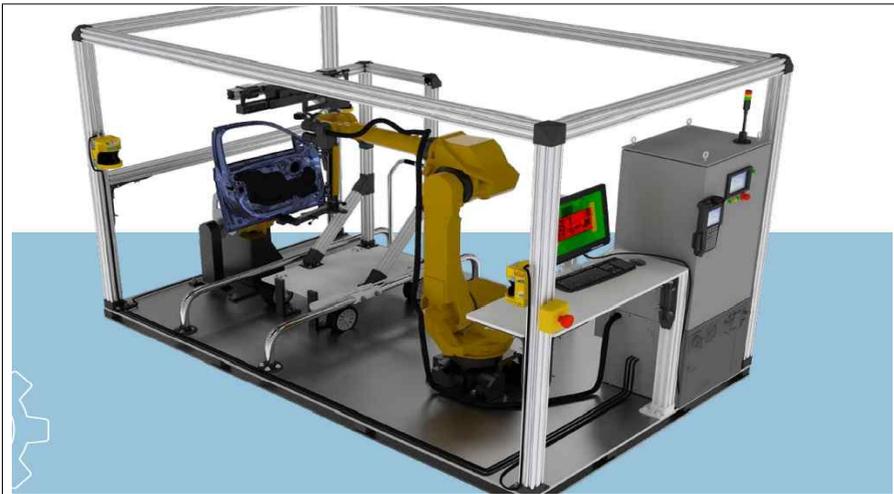
동 프로젝트의 목적은 자동화된 구성요소들이 완전한 통합, 소용 Plug&Produce기능 및 표준화된 기계 구성요소를 통해 중앙 통제 없이 연결되는 것이며, 이를 통해 새로운 엔지니어링 방법론이 개발되는데, 이는 프로그램 사용 없이도 간단하고 사용자 친화적인 각기 다른 기계 구성요소들이 지능화된 생산시설에서 통합될 수 있도록 한다.



## ⑫ ReAPP: Plug&Play-Integration von Robotern in der Industrieautomatisierung

로봇지원 자동화시스템은 점점 복잡해지고 있다. 프로그래밍, 통합, 유지관리 등을 위한 비용이 실제 부품 비용의 1배를 초과하고 있다. 무엇보다도 중소기업에게서 소량 생산을 위한 로봇자동화 지원시스템의 투입은 경제적 측면에서 가능하지 않다. 개별 구성요소의 프로그래밍과 통합 시스템 프로그래밍을 차별화하기 위한 소프트웨어 아키텍처에 관한 연구가 이미 존재하고는 있지만, 품질이나 신뢰성 차원에서 아직 만족스럽지는 못하며, 게다가 (로봇의)기능수행, 알고리즘, 조정패러다임에는 수많은 구성요소들이 스펙트럼을 구성하고 있다. 그러나 이것들은 대부분 특정 애플리케이션 및 하드웨어 구성에 관한 것이다.

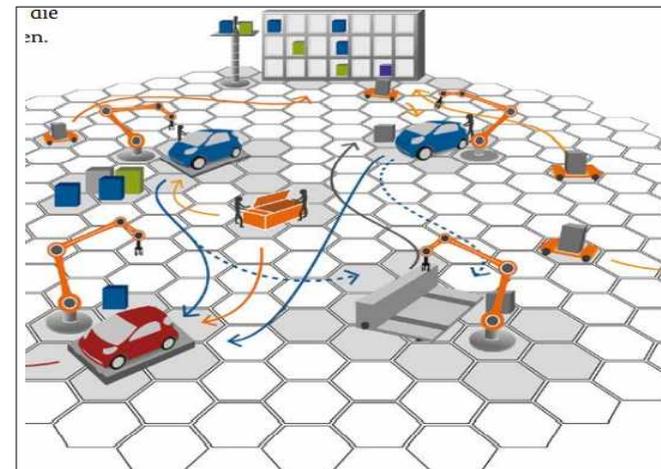
현재에는 Open-Source-Initiative ROS-Industrial 이라는 개방형 소프트웨어 아키텍처 로봇 오퍼레이팅 시스템(ROS)가 사용되고 있는데, 동 프로젝트는 ROS-Industrial의 개념을 사용함으로써 표준화된 인터페이스를 규정하고 소프트웨어 및 하드웨어 라이브러리를 생성함으로써 각기 다른 구성요소들이 간단하게 생성될 수 있도록 하는데 목적을 두고 있다.



## ⑬ SMART FACE : Dezentrale Produktionssteuerung für Kleinstserien in der Automobilindustrie

현대적인 생산라인이란 다량생산 및 최대한의 효율성을 특징으로 한다. 생산성은 대규모 생산뿐만 아니라 생산주기 단축 및 고객특화생산과도 관련 있다. 많은 분야에서 개별 구매자의 관심에 대한 고려는 점점 중요해지고 있다. 이를 위해서는 지속 가능한 개념 및 방법론의 개발이 필요한데, 이를 통해 소량생산이라는 특수 요구 및 경영, 확장성, 견고성, 경제성 등이 충족될 수 있다.

동 프로젝트에서는 고도의 유연성을 갖춘 분산 제어 생산시스템을 전기자동차 생산 사례를 통해 개발하고자 한다. 이를 통해 각 생산 단계에서 필요에 따라 적기에 구성요소와 재료를 제공할 수 있게 되며, 제품은 독립적으로 기계에서 기계로 이동하고, 이를 통해 재원이 절약되고 유희상태가 방지될 수 있다.



#### ⑭ SMARTSITE : Vernetzte Baumaschinen im Straßenbau

도로건설에서 아스팔트 공정은 가장 중요한 단계이다. 재료작업, 설치, 압축시에 가장 작은 오류는 품질 결함을 초래하고, 이는 작업 완료 후에만 알 수 있다. 오류의 이유는 독립적인 그러나 긴밀히 작업해야만 하는 플레이어가 많고, 서로 다른 플레이어들이 갖고 있는 정보를 통합할 수 있는 통신 표준이 부족하고, 각 기계들의 협동작업에서 현재까지 자동화가 부족하기 때문이다. 오류부분을 제거하고 새로 짓는 최악의 경우에 추가비용이 발생하게 되고 이 부분은 총 건설비용의 약 5%를 차지한다.

동 프로젝트에는 디지털 건설현장 네트워크, 건설공정 제어, 반 자율건설기계 및 시스템을 개발하기 위한 소프트웨어 플랫폼을 개발하는 것이다. 아울러 균일한 표준화에 기반하여 롤러, 포장, 운송차량과 같은 기존의 분산형 개별시스템 및 아스팔트 믹싱 공장과 같은 외부의 건설현장 환경까지 완전히 또는 부분적으로 협업과정의 자동화를 구축하는 것이다.

#### ⑮ SPEEDFACTORY

AUTONOMIK에서 진행된 15번째 과제가 바로 후술할 SPEEDFACTORY이다. 다음 챕터에서는 동 SPEEDFACTORY에 대해 본격적으로 다뤄보고자 한다.

## IV. 독일 Industrie 4.0 사례 : Speedfactory 사례연구

### 1. Speedfactory 개요

Speedfactory는 AUTONOMIK 4.0의 하부과제 중의 하나로 추진된 R&D 과제인데, 15개의 과제들 중에 가장 성공했다고 평가되어지는 이유는 아디다스라는 브랜드와의 공동 작업을 통해 Industrie 4.0의 아이디어를 구체적인 결과물로 구현했기 때문일 것이다. 실제 동 프로젝트는 독일 Industrie 4.0이 지향하는 바가 무엇이고, 구체적 목표가 무엇인지를 가장 잘 보여주는 대표 프로젝트라고 할 수 있다.

2015년 12월 9일 1993년 아디다스는 Speedfactory 계획을 발표했다. 고임금 때문에 독일 공장을 모두 폐쇄하고 중국, 동남아로 공장을 옮겼던 아디다스가 로봇을 활용한 자동 생산화 시스템을 갖춘 스피드팩토리를 통해 독일내로 생산기지를 재이전하겠다는 것이었으며, 2016년 전반기에 약 500족의 첫 컨셉 유통화를 생산하는 것으로 목표로 했다.

당시 아디다스 CEO였던 헤르베르트 하이너는 아디다스의 스피드팩토리는 '디자인과 기술력의 완벽한 결합으로 자동화와 유연한 생산이 가능하게 될 것이며, 기존 업계의 제품생산 장소, 제조방법, 시간 등의 경계를 모두 허물 수 있는 혁신적인 방법'이라고 소개했다. 글로벌 시대인만큼 지역 거점형 스피드팩토리를 통해 각국의 소비자들의 다양한 취향과 니즈를 반영한 빠른 공급과 생산을 소비자들에게 제공한다는 계획이었던 것이다.

스피드팩토리란 간단히 말해 사람대신 로봇이 원단을 오리고 3D 프린터로 부속을 만들어 꿰매고 붙이는 공장을 말한다. 이 공장을 만들기 위해 아디다스와 독일 정부, 아헨 공대가 3년 넘게 합작했고 소프트웨어, 센서, 프레임 제작업체 등 20곳 이상 기업이 공장 시스템 구축에 참여했다.

스피드팩토리에서는 고객의 주문을 통해 신발스타일, 깔창, 소재, 색깔, 신발끈까지 완전히 일인 고객 맞춤형으로 생산된다는 것이 특징이다. 고객이

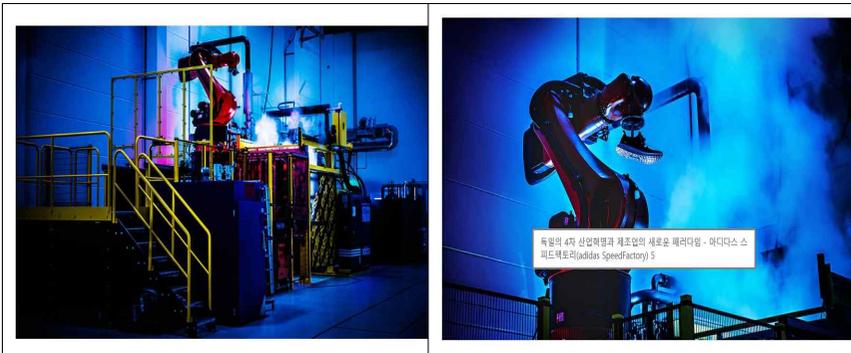
인터넷에서 주문하면 24시간 인터넷에 연결된 공장 생산라인의 가동을 통해 단 5시간만에 신발을 제작해 낼 수 있는 것이다.

아디다스는 2015년 말, 독일 아디다스 그룹 본사 부근의 도시인 Ansbach에 전세계 첫 번째가 될 아디다스 스피드팩토리를 세우고 동시에 8개월 후에는 미국 조지아주 애틀랜타 도시에 최첨단 설비를 갖춘 스피드팩토리의 가동을 곧 시작할 것이라고 발표도 했다.

※ 스피드팩토리 발표 당시 언론 반응

- ✓ 포춘 2016.5.25 , 스피드 팩토리라 같은 제조공정 혁신은 제조, 유통 비용을 크게 줄일 수 있음. 그래서 인건비가 싼 나라에 대규모 공장을 짓는 대신 시장이 있는 곳에 완전 자동화된 중소형 공장을 짓는 것이 새로운 유행이 될 것임
- ✓ 2016.9.6 가디언 : 아디다스는 유지비용이 거의 들지 않는 로봇공장을 늘리고, 동남아와 중국으로 이전했던 생산시설을 본국으로 불러들일 채비를 하고 있다. 다국적 기업들은 급격한 성장속에서 잠시 개도국에 맡겨뒀던 생산을 혁신이란 이름으로 아무렇지 않게 가져오려 하고 있다.

독일 안스바흐 스피드 팩토리에 2개 생산라인에 각 6대 로봇이 있고, 연간 50만켤레의 생산능력을 갖고 있지만 근로자는 단 10명이었다. 동남아 공장에서도 같은 공정으로 만드는 데에 3주가 걸리고 동일 생산능력을 갖추기 위해서는 600명의 노동자가 필요하다는 것을 감안하면 생산공장이 독일로 돌아오기에 충분히 매력적인 조건이었던 것이다.



아디다스에서 발표한 내용에 따르면, 나이키, 아디다스 등 글로벌 브랜드는 아시아에 생산 공장들을 두고 전 세계에 공급하는 것이 일반적이었으나 높은 운송비용, 아시아 노동자 인건비 상승 등으로 기업 이익률에 있어 좋은 상황이 아니었고 빠른 트렌드 반영과 마켓의 피드백, 로봇 기술의 발달 등의 추가적 이유로 스피드팩토리 계획이 추진된 것이라고 한다.

실제로, 스피드팩토리는 디자인에서 매장진열까지 통상 1년 6개월이 걸리던 전체 과정을 10일 이내로 단축함으로써 급변하는 트렌드에 대응하기가 쉬웠고, 주문이 들어온 제품만 만들기 때문에 악성재고가 줄어들 수 밖에 없고 제품 사이클이 짧아지는 추세에 맞게 소비되는 지역에서 생산하는 방식으로 바뀔수 있었다.

※아디다스 스피드팩토리 특징(Adidas Speedfactory Features)

- ✓ 빠른 생산속도(5시간 만에 운동화 1켤레 생산 가능)
- ✓ 로봇이 만드는 높은 퀄리티의 기술력과 완성도
- ✓ 경쟁사 나이키와의 영업이익률 격차 해소
- ✓ 신상품 개발에서 출시까지 소요되는 약 18개월의 일정 축소
- ✓ 생산성 증가와 비용 절감으로 마케팅, 기술개발 등에 투자 가능

<출처: 아디다스 홈페이지>

당시 아디다스의 보고자료를 보면 ‘스피드’가 아디다스의 세계 경쟁 전략이라고 소개하고 있으며, 스피드팩토리를 통해 2017년까지 순 매출액의 28%를 2020년까지 50% 수준의 생산을 하는 것이 목적이었다고 한다. 관련 기사에 언급된 바에 따르면, 독일과 미국의 두개 공장을 통해 총 160명의 직원들을 고용한 것으로 보인다.



하지만 아디다스는 2019년 11월, 보도자료를 통해 “독일과 미국의 스피드팩토리를 2020년 4월까지 폐쇄하고, 이 기술을 아시아 공장에 적용하겠다”고 밝혔다. 중국과 베트남 공장 2곳이 스피드팩토리 이전 대상으로 알려졌는데, 아디다스에서는 제품의 90% 이상을 만들고 있는 아시아에서 스피드팩토리 생산을 집중하는 것이 합리적이라는 입장이었다. 그러나 아디다스는 3D ,4D 기술 개발을 계속 해 나갈 예정이라고 발표는 했다.

아디다스는 구체적 이유를 밝히지 않았지만, 외신들은 로봇공장에서 만들 수 있는 신발 종류의 수가 제한되었기 때문으로 추정했다. 즉, 아디다스 인기제품인 슈퍼스타, 스탠스미스 같은 고무창 가죽신발 생산이 불가능했기 때문이라는 것이다.

실제 R&D 과제가 종료되기도 전에 이미 독일 안스바흐에서 SPEEDFACTORY가 가동되었음을 감안하면, 말 그대로 R&D 과제가 효율적으로 진행되고 바로 현장에 적용된 훌륭한 사례라고 볼 수 있으며, 실제 연구 보고서 내용을 보면 모든 생산과정의 자동화를 위해서는 생산 재료에서부터 형상에 이르기까지 얼마나 세세한 기술적 검토가 들어가야 하는 지를 잘 보여주는 훌륭한 사례였다. 그러나 독일로 생산기지가 이전되기 위해서는 여전히 해결해야 할 많은 과제들이 남아 있음을 암시해주는 사례이기도 하다.

**\* 아디다스의 퓨처크래프트**

2019년, 아디다스는 4차 산업혁명의 대표적인 기술인 스피드팩토리에서의 노하우와 제조공정을 바탕으로 접착제가 없는 신발, 단 한 개의 소재 열가소성 폴리우레탄(TPU)로만 제작된, 100% 재활용이 가능한 신발인 퓨처크래프트 루프(adidas FUTURECRAFTLOOP)를 선보임. 신발의 경우 가죽과 천, 플라스틱 등의 다양한 재료가 사용되고 평균 12~15개의 소재가 활용되나 접착제 사용으로 원재료를 분리하여 재활용이 어려운 상황이었음. 아디다스는 선순환 구조의 물품으로 만들기 위해 10년간에 걸쳐 전세계 파트너들과 연구를 함께 진행했고 퓨처크래프트를 발표함.



**2. SPEEDFACTORY 연구 내용**

- ◆ 3차원 편직물(Gestricke)의 자동 생산공정 및 센서감지 및 유연직물(biegeschlaffer Textilie)의 자동처리에 관한 연구
- ◆ 수행자 : 아헨공과대학 섬유기술연구소(ITA), 아디다스 외 20여개
- ◆ 수행기간 : 2013.10.1~2016.12.31

**(1) 연구 개요**

유행에 민감한 단기제품을 생산하는 가령, 스포츠용품, 의류, 자동차인테리어 부분의 독일 제조업체들은 전 세계에 걸쳐 분산된 조달 및 공급망을 가지고 있다. 디자인 및 개발 부서가 독일에 있고, 공장은 아시아에 있는 상황에서 가능한 프로토타입을 이끌어 낸다는 것은 비효율적인데, 가령 티셔츠의 섬유소재는 중국에서 만들고 2천 킬로나 떨어진 베트남에서 물건을 만들고, 게다가 만들어진 프로토타입은 8천 킬로가 떨어져 있는 유럽의 디자인 부서로 이송되어야 함을 의미하기 때문이다. 문제는 그때서야 비로소 프로토타입에 대한 평가가 시작되고 개선된 프로토타입을 가지고 생산에 들어갈 수 있다는 것이다. 이러한 예는 분산된 조달 및 공급망을 갖고 있는 섬유 분야에서는 6주라는 절약이 가능한 시간을 보여준다고 할 수 있다. 생산승인까지는 4~6개월이 걸리는데, 결국 업체들의 이러한 공급망으로 인해서 업체들은 빠르게 변화하는 시장 동향에 즉각적으로 반응할 수 없는 상황에 직면하게 되는 것이다.

아이디어에서 제품화(„Idee zum Produkt“)를 가장 빨리 이뤄내기 위해서는 하나의 지역적이고 유연한 샘플생산이 결정적일 수 있음을 의미한다. 지역생산(Regionale Produktion)이 점점 중요해지고 있는데, 이를 통해서 고객에게 더 가까워지고 배송시간도 단축시킬 수 있기 때문이다.

패션과 스포츠용품은 모델변화와 다양한 디자인, 재료 및 재료의 조합, 색상과 처리 등을 통해 빠르게 변화하는 소비재이다. 이러한 매개변수들로 인해 패션과 스포츠용품은 공정엔지니어링(Verfahrenstechnik) 이나 금속가공

(Metallverarbeitung)과 같은 다른 산업에 비해 훨씬 복잡해지게 되며, 다양한 변형과 개별 디자인된 텍스타일 생산등으로 그 복잡성은 훨씬 더 강화된다.

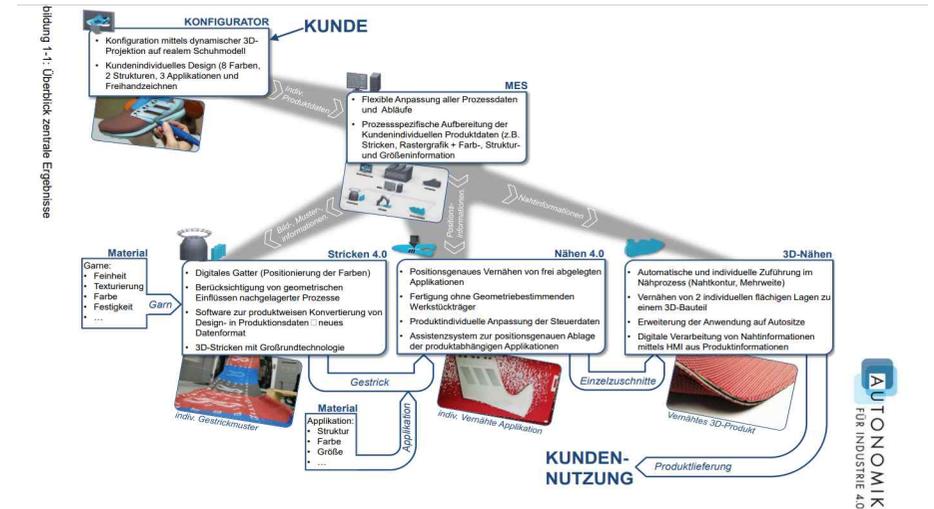
스피드팩토리의 목표는 지역적이고 확장가능한 고도의 유연성을 갖춘 생산 시스템을 통해 개발주기를 단축하고 시장 동향에 빠르게 적응토록 하는데 있다. 여기에는 프로토타입 및 시리즈 제품을 동일 생산인프라에서 생산해내는 것도 포함되며 또한 스피드팩토리에서는 처음으로 인간과 로봇이 공장에서 함께 일을 한다는 것도 의미한다. 스피드팩토리의 원칙은 신발과 같은 스포츠 용품에서 시연된다.

Aachen 공동프로젝트인 "SpeedFactory - Autonomik für die Sportartikelindustrie"에서 ITA의 역할은 3차원 편직물(Gestricke)의 자동 생산공정 및 센서감지 및 유연직물(biegeschlaffer Textilie)의 자동처리에 관한 연구를 수행하는 것이었다. 동시에 고객의 편익에 부합하기 위한 유연한 제품변경을 위해 편직기의 제어를 조정하는 것이었다. 여기에는 더 빠른 제품변경 요구에 대한 준비를 위해 생산매개변수의 사전 확장개발(ex ante Skalierung der Produktionsparameter)도 포함된다. 2016년 5월부터, 편직물의 확장(Skalierung)과 안정적 가공의 보장을 위해 KSL 공장라인에서는 열경화성(Thermofixierens)의 하부 과제(TP10)이 수행되어졌는데, Losgröße 1이 생산가능하게 하기 위해서는 샘플 프로그래밍과 편직물 생산 및 열경화성의 후속과정에 이르기까지 모든 과정이 자동화가 되어야만 했다. 또한 공정단계의 추가 네트워킹을 위한 프로젝트 내에서 대형원형 편직기계에 대한 대안적이고 유연한 Abzugskonzept이 필요하다는 것이 분명해졌다. 이를 위해서는 하부 과제(TP11)에서 추가적으로 스피드팩토리 라인 통합을 위한 이륙개념(Abzugskonzept)이 개발되었다.

\* Losgröße 1 : Losgröße란 하나의 제조단계에서 다른 제품이나 조립품의 생산에 의해 중단됨이 없이 제조되는 제품의 유형 또는 조립품 그룹의 수량을 말하는데, Losgröße 1은 대량생산 비용으로 특별주문제작 또는 일회성 생산을 가능하게 하는 것을 말함.

핵심성과표를 통해 동 연구의 결과를 대략적으로 이해해본다면 다음과 같다. 고객은 실제 신발 모델에 동적 3D 투영을 사용한 형상(configuration)작업을 하게 되는데, 8가지 색상, 2가지 구조, 그리고 3가지 응용 및 자유형으로 그리기가 가능하다. 고객의 요구에 부합한 생산을 위해서는 각 단계별로 다양한 기술들이 필요한데 기본적으로 모든 공정 데이터의 유연한 적용이 필요하다(MES). 천 조직을 뜨는 과정에서는 색깔의 위치를 결정하는 디지털가터(Digitales Gatter), 기하학적 영향이 고려된 다운스트림 프로세스, 디자인 및 생산 데이터에 의한 제품별 전환을 위한 소프트웨어, 큰 원형 뜨기 기술(D-Stricken)이 필요한 것이다.

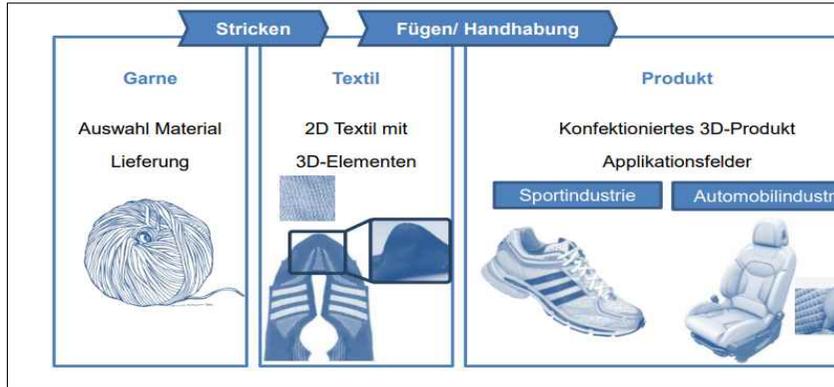
< 그림 9 : 핵심성과표, SPEEDFACTORY(2016) >



패매는 과정에서는 자유로운 입력을 통한 정확한 스티치 응용기술, 기하학을 결정하는 공작물캐리어(Werkstückträger)가 없는 제조방식, 제품별 데이터(Steuerdaten)의 조정, 제품에 연계되어있는 어플리케이션의 적정 위치 설정을 위한 지원시스템이 필요하다.

3D 웨매기를 위해서는 재봉과정에서의 자동화되고 개별화가 가능한 공급, 2개의 개별 평면 재봉을 3D 부품으로 만드는 바느질 기술, 아우토시트 (Autositze)로의 응용프로그램의 확장, HMI를 활용한 재봉정보에 의한 디지털 가공이 필요하다.

< 그림 10 : 연구 프로세스 체인 >



이에 따른 프로젝트의 구조는 다음과 같다. 참여자는 Partnern adidas AG, Herzogenaurach, PFAFF Industriesysteme und Maschinen GmbH, Lorsch, fortiss GmbH, München und Johnson Controls GmbH, Burscheid이다.

동 컨소시엄의 각 참여자의 역할은 다음과 같다. adidas AG는 컨소시엄 리더로써 제품의 디자인을 맡음과 동시에 최종 결과물 사용자이기 때문에 제조시스템과 제품품질에도 관여했다. Johnson Controls GmbH, Burtscheid는 자동차 산업 분야의 활용자로 참여하였으며, 시트커버의 이음새 형상을 담당했다. fortiss GmbH, München는 전체 생산계획을 매핑하고 이후 생산 프로세스(späteren Produktionsabläufe)의 모델을 제공하고 인간과 기계 상호작용을 위한 솔루션을 제공했다. 이 개발을 통해 고객은 디자인 단계에 끼어들수가 있고, 데이터들은 각 생산 단계로 전송될 수 있게 되었다. KSL은 섬유용의 개별 가공을 위한 기능모듈과 생산 시스템 개발을 담당했다. 여기에는 제조시스템의 설계, 개발 및 제작이 포함되었다. ITA의 작업은 두

가지 기능적 모듈로 나뉘어지는데, ITA는 편직 및 결합 기능 모델과 함께 Speedfactory의 전 과정의 자동화에 결정적 기여를 하게 된다.

< 그림 11 : Speedfactory 연구 참여자 >



프로젝트 과정에서 프로젝트 파트너들과 수많은 표결이 있었고, 이러한 표결은 인터페이스 시스템, 기술에 대한 요구사항을 높이기 위함이었다. 이외에도 개별적인 해결책을 찾기 위한 네트워킹을 위한 것이기도 했다. 최종 목표는 모범적으로 텍스타일 생산 자동화를 공동으로 추진하고 개별 생산을 Losgröße 1 내로 가능케 하는데 있었다. 모든 파트너가 함께 모이는 컨소시엄 회의를 연간 4~5회 수행했고, 주제를 더 발전시키기 위해 컨소시엄 회의 외에도 개별 파트너간의 소규모 조정회의도 개최되었다. 프로젝트가 끝날 무렵에는 개별결과를 전체 솔루션으로 통합하기 위한 워크숍도 열렸다.

## (2) 초기기술 수준 분석

### ① Strickprozess (편직공정)

니트직물은 그 변형성과 신축성이 특징인데, 뜨개질 기술에 따라 형상, 모양, 재료 측면에서의 생산 유연성이 달라진다. 편직기는 바늘 배열의 형상에 따라 원형 편직기와 평면 편직기로 구분되는데, 평면 편직기 위의 바늘은 영구적으로 설치된 바늘대에 있다. 스티치매듭을 위해 바늘대 위로 최대 4개의 매듭기를 달고 있는 날이 움직인다. 이와는 대조적으로 원형편직기의 경우 바늘들이 하나의 움직이는 실린더 위에 방사형으로 배치되어 있다. 바늘은 고정로프잡금장치를 따라 지속적으로 움직이고, 방사형 바늘배열로 인해 제동없이 연속 작업이 가능하다. 이러한 결과, 동시에 처리할 수 있는 섬유사 수가 15배 이상 더 많기 때문에 원형편직기는 평면 편직기에 비해 더 높은 편직속도와 더 높은 생산이 가능해졌다.

2차 직물을 3차 형태로 만들기 위해서는 텍스타일의 표면이 부분적으로 확대되거나 축소되어야 한다. 섬유면적을 줄이려면 닥트 이음새가 필요한데, 이음새와 닥트를 활용하려면 추가 공정단계가 필요하게 되며 이음새는 직물의 특성을 변화시킨다. 윤곽에 가깝게 섬유를 뜨면 이음매가 없는 입체 편물 생산이 가능해진다.

연구프로젝트 초기에는 대형원형편직기에서 방사형 바늘 배열과 지속적인 작동 때문에 땀수를 변형시키는 것이 불가능했다. 따라서 연구 목표는 3차원 편물을 대형원형편직기에서 공정 매개변수 및 제품특성의 변화를 통해 3차원 편물을 생산하기 위한 개념을 개발하는 것인데, 그래야만 더욱 경제적으로 최종 형태에 가까운 편물을 생산할 수 있게 되기 때문이다.

제품개발 및 설계와 반제품 생산사이의 과정에서는 제조 프로세스상의 기계 제어를 위해 개발 데이터(CAD)를 생산 프로그램으로 전송해야 한다. 텍스타일 제조공정으로써의 편직공정에는 기하학적 디자인과 패턴 디자인도 포함되어 있다. 복잡한 편직 패턴 디자인은 이탈리아 모데나에 있는 Eneas

Informatica S.r.l의 소프트웨어를 활용했다. 개별 소프트웨어 패키지의 도움으로 샘플 설계, 시뮬레이션, 제품 생산이 가능했다.

기계작업과정에서는 대형 환편기에서의 바늘 회전 운동이 필요했다. 회전 바늘을 토대로 생산된 편물제품을 회전시켜 마무리할 수 있으며<sup>8)</sup>, 전은 연속적인 편직물 이탈을 방지한다<sup>9)</sup>. 생산된 직물들은 기계내부에 임시 보관되거나 롤러쌍을 통해 당겨서 벗겨내게 된다. 그런데 저장된 편물을 제거하기 위해서는 기계를 중지해야 하며, 따라서 편직 공정에서 바늘공정까지의 연속 생산이 불가능하게 된다. 이에 따른 생산성 감소는 약 3~10%이 나 된다.

### ② Nähtechnologie (재봉기술)

재봉기술은 섬유를 이어 붙이는 중요한 기술이다. 용접, 접착 등의 다른 방식들은 실제로는 매우 적은 분야에서 사용되고 있다. 그만큼 재봉틀은 만들기에 매우 복잡한 도구이다.

비슷한 수준의 재봉결과를 얻기 위해서는 파라미터들의 설정조합의 다양한 변형이 가능하기 때문에, 재현가능한 재봉기를 위해서는 재봉품질에 관련된 각기 다른 매개변수들에 대해 별도의 기록이 필요하다. 그러나 재봉기 영역에서는 솔기 품질에 영향을 미치는 설정을 위한 다양한 장치들(센서 및 액추에이터)이 종종 누락된다. 최적의 재봉 파라미터들이 얼마나 중요한가에 대해 인식을 하고 있음에도 불구하고, 각종 설정들은 예전과 마찬가지로 주관적으로 이루어지며, 이는 생산 오류가 불가피 하다는 것을 의미한다.

경제적 관점에서 가장 큰 과제는 공정 과정에서 80% 가량이 수작업이라는 것이다. 여기에서 비롯된 임금비용들은 로봇이나 자동처리 장비에 의해 자동화됨으로써 대체될 수 있다. 로봇은 지치지 않으며 유지보수 및 수리 시간을 제외하고는 하루 24시간, 일정한 수준으로 무한 반복을 수행할 수 있

8) Aufgrund der rotierenden Nadeln dreht sich der Warenabzug mit dem produzierten Gestrick mit

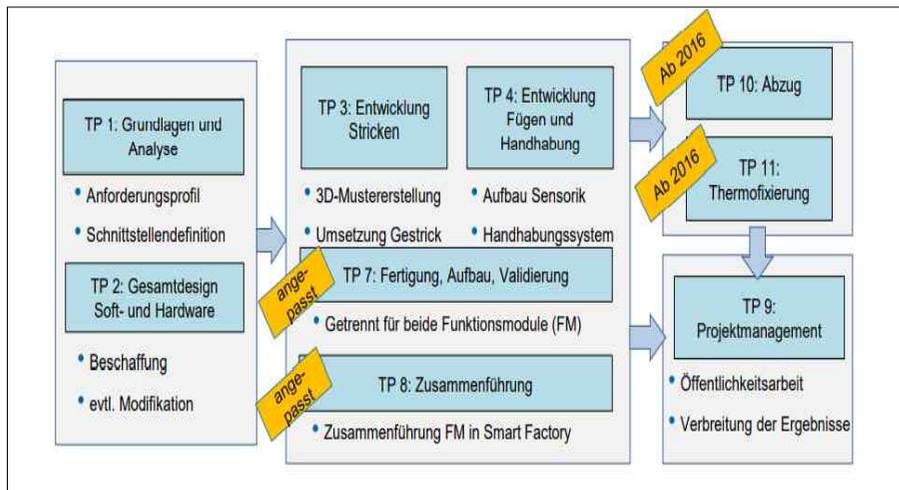
9) Die Drehung verhindert eine kontinuierliche Gestrickabführung

다.

자동차용 시트쿠션, 바닥 매트, 헤드라이너 등의 공정과정에서 조작을 위해 필요한 시간은 접착 공정과는 별개로 총 시간의 2/3을 차지한다. 또한 기술 섬유 부분에서도 대부분의 작업이 수동으로 처리되는데, 이러한 낮은 수준의 자동화는 직물의 불균일한 특성 때문이다.

자동화 시스템은 현재 표준화되고 있다. 솔기윤곽 모양은 로봇 시스템에 입력되고 정의된 솔기모양이 만들어 질 것이다. 그러나 솔기재료의 적절한 자리잡음과 솔기 윤곽에 대한 감각적 검사는 로봇으로는 해결이 안될 것이다. 로봇은 주로 매우 복잡한 3D 편물형태를 만드는데 사용된다. 따라서 기존 시스템을 통해서도 개별화되고 유연한 제품을 생산할 수 없다. 지금까지 설명된 시설들은 대규모 생산용이다. 기하학적 형상을 확정하기 위해 로봇을 가르쳐야 한다면 시간 효율적으로 제품 변형을 통한 생산을 할 수가 없게 될 것이다.

### (3) ITA 하부 과제 연구 내용



### 하위 프로젝트 1 : 재료 및 프로세스 관련 기본 작업 및 분석

하위프로젝트 1에서는 모든 파트너들과의 긴밀한 협력하에 재료, 품질 및 프로세스에 관한 요구사항들이 기술되었다. 섬유기술 관점에서 신발 및 시트형상 외에도 원사재료, 편직 기술 및 패턴, 접합 기술, 솔기 유형등이 고려되었으며, 사용될 편직기술로는 원형편직기술이 선택되었는데, 평면니트에 비해서 10배까지 높은 생산성을 보이는 것이 특징이다.

### 하위 프로젝트 2 : 자동화된 생산 시스템의 전체 컨셉 설정

Typ BSJEM에서 구매될 기계값은 하나에 8만유로 수준이나, 이 기계 덕분에 3차원 편직물이 생산 가능하게 된다. 편직물의 강도는 전달된 패턴과 원사 선택을 통해 결정되는데, 평면편직의 상부 형상에 대한 결과와의 비교를 위해서 E16의 바늘 요소가 선택될 것이다. 여기에는 아디다스의 요구사항도 반영이 되는데, 즉 아디다스는 전체 Speedfactory 생산 과정을 컨테이너에 담아 원하는 장소로 운송할 수 있기를 바란 것이다. 이를 위해서 직경 19인치의 실린더와 24개의 시스템이 선택되었다

이 외에도 ENEAS 소프트웨어 회사의 소프트웨어와 Optitex 이스라엘 회사의 프로그램이 활용되었다

### 하위프로젝트 3 : 편직 기능성 모듈 개발

동 프로젝트에서는 3D 신발모델을 2차원으로 전환하는 모듈 및 3차원 편직패턴을 개발하는 것이다. 즉, 생산라인 AP 3.1에서 나온 지식을 2차원 편직에 기반 러닝화 생산에 통합하는 것이다. 이 편직 시스템의 개발에는 공정매개변수의 예비테스트, 패턴이 스티치 밀도에 미치는 영향력, 3차원의 구조를 가진 첫 번째 편직물의 전환, 3D에서 정의된 반구에 대한 것이다.

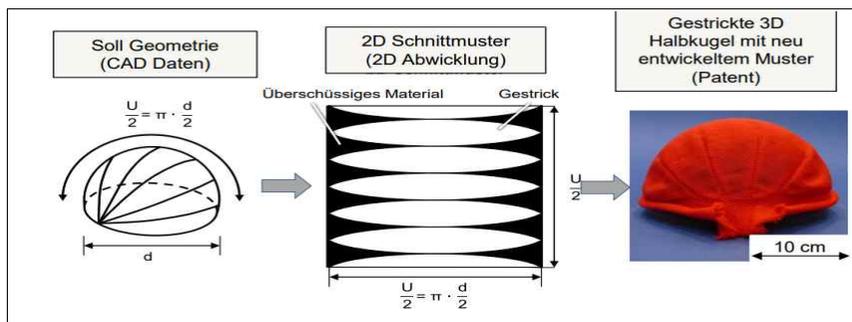
연구는 세 단계로 진행되었다. 첫 번째 단계에서는 편직과제의 수행을 위해 관련정보들이 수집되고 분석되고, 부족한 정보가 식별된다. 평면 직물

및 편물이 분류되고, 바로 다음으로는 편물의 기초가 설명되고 다양한 패턴 구성과 직물의 형성이 기술된다. 결합요소의 영향력에 대한 기초 정보, 원사 탄력성, 실 장력 및 편직물의 치수에 대한 정확도 등이 기록되고, 3D 편직물의 현존하는 기술이 소개된다.

두 번째 단계에서는 7.5cm의 3D 니트 반구생산에 관한 개념이 개발된다. 개념 개발은 VDI 2221 및 VDI 222에 따른 절차에 따른다. 형상, 프로세스, 재료에 대한 요구사항들이 정의되고 이후에는 이것이 결정 및 평가 기준으로 작동한다. 3D 니트 반구의 생산을 위해서는 치수지정기능 및 패턴구성 분할 기능이 필요하다. 따라서 부분기능을 달성하기 위한 원리 솔루션이 개발되었다. 매쉬 샘플의 도움으로 실장력, 원사 탄성, 구성요소들의 종류 및 배분이 편물의 치수에 미치는 영향이 관측되고, 매쉬샘플을 기반으로 3D 니트반구 생산을 위한 솔루션 개념이 개발된다.

세 번째 단계에서는 자카드 제어 기능이 있는 RL 대형환편직기에서 개발된 개념을 구현하는 것이다. 모든 3D 니트 반구들이 측정되고 시각적으로 주름형성이 확인되는 평가를 거치게 되며, 이로써 개념 평가는 완료된다.

< 그림 12 : 대형원형편직기로 짜여진 3차원 반구의 결과물 >

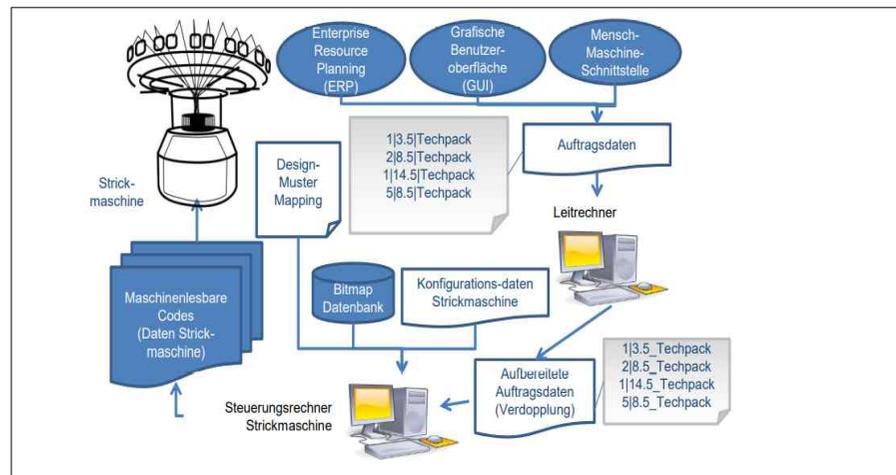


이를 위해서는 두 가지 개념이 제시가 되었는데, (1) 물결무늬를 통한 초과 면적을 감소하는 방법과 (2) 뜨개질 패턴을 변경하여 누락된 영역을 추가하는 방법이 그것이다. 편직패턴의 순수한 변형은 CM보다도 더 작은 기

하학적 편차에 적합하며, 30 스티치 이상의 치수를 줄이는 데에는 닥트구조 (Äbnäherstruktur)의 새로운 패턴이 적합하다..

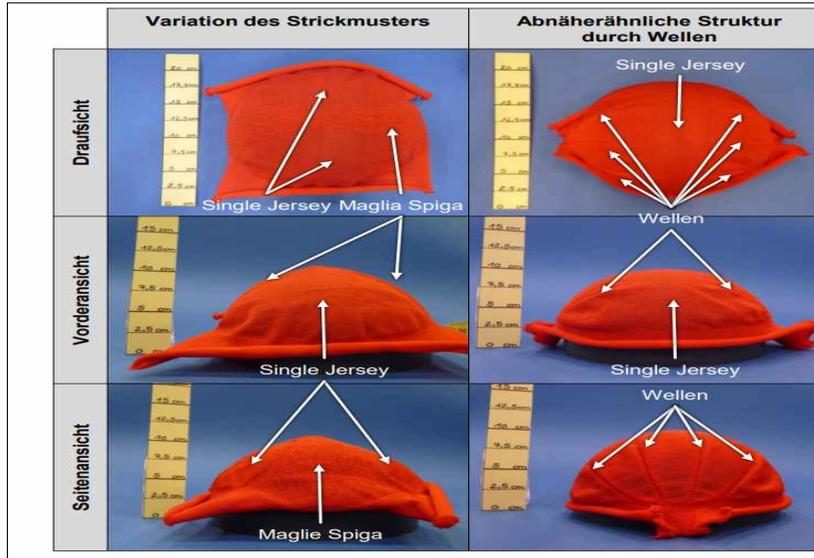
Speedfactory의 전체 생산 체인에서 개발된 편직시스템 내에서 생산 데이터를 연결(vernetzung)하는 것도 과제였는데, 여기에서 무엇보다 중요한 것은 고객의 희망사항에 대한 고려 및 Losgrosse 1의 생산이었다. 컨소시엄 내에서는 가장의 수신주문 계획에 따라 세 가지 종류의 투톤 어퍼 니트를 사용하기로 결정했다. 인터페이스 정의를 위해서 fortiss사와 세 번에 걸친 워크샵이 진행되었고, 이를 통해 마련된 데이터 아키텍처는 다음과 같다.

< 그림 13 : 스피드팩토리 내에서 수신된 주문을 편직기 제어를 통해 편직 프로세스로 전달하기 위한 데이터 아키텍처 개념도 >



색상, 구조 및 크기와 관련된 고객 요청을 제품 제조에 효율적으로 전달하기 위해 이전의 수동패턴 프로그래밍 단계가 자동화되었다. 이로 인해, 며칠 걸리던 디자인~편직 구현 과정을 단 몇 분으로 줄일 수 있게 되었다.

< 그림 14 : 해결책 마련을 위한 두 가지 개념의 결과 비교 >



이러한 과제를 달성하기 위해 ITA에서는 일련의 소프트웨어 모듈이 개발되었다. 이 소프트웨어들은 스피드 팩토리 프로젝트에 부합하는 것이지만 부분적으로는 개별적으로 의미가 있기도 하고 동 프로젝트 외에서 사용가능하기도 하다.

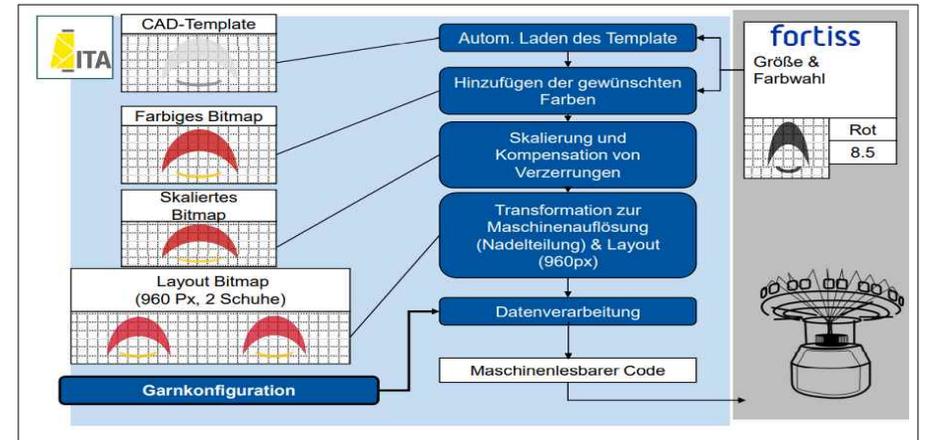
#### 하위 프로젝트 4 : 기능성 모듈 결합 개발

동 프로젝트에서는 기능모듈의 결합 및 처리(Handhabung)가 개발되었다. 프로젝트 파트너사인 Johnson Controls와 함께 재봉과정에서 단일 레이어 직물의 자동화를 위한 컨셉을 개발했는데, 원칙적으로 이러한 시스템은 프로세스 시간을 줄이는 것은 아니었다. 추가 수동작업 단계를 기계를 통해 병렬적으로 수행함으로써 어셈블리의 생산성을 향상시키는 것이 목적이었다.

#### 하위 프로젝트 7

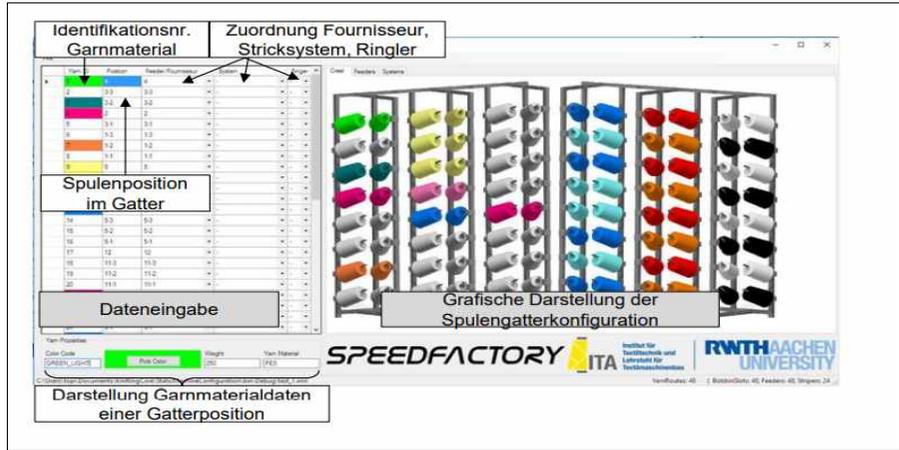
동 프로젝트에서는 2차원 및 3차원 편직물의 기술적 구현을 위한 기능 모듈이 개발되고 검증되었다. 아울러 구입한 대형원형편직기가 스피드 팩토리의 첫 번째 구성요소로서 어떻게 생산 과정에 편입되었는지를 보여주었다.

< 그림 15 : 니트제품까지의 구매 요청 도면도 >



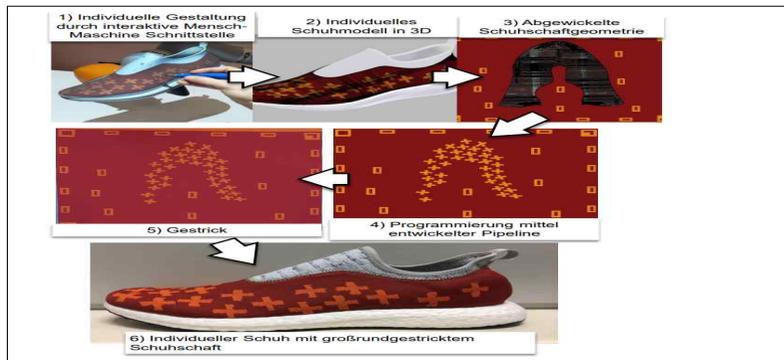
주문서에는 크기, 니트 디자인, 색깔 조합 등 모든 주문 관련 정보가 포함되어 있다. 기계 해상도(바늘 분할), 레이아웃, CAD 템플릿 레이아웃 비트맵, 원하는 색깔 추가, 데이터 처리 기계 판독, 색상 선택 등 모든 주문사항들에 따라 원사가 구성되고 정렬되었다. 그런 다음 해당 데이터 매트릭스 코드와 함께 주문이 보여지고 ITA 소프트웨어로 전송된다. 선택한 색상 조합 정보가 전달되고 니팅 처리기계가 그에 따라 이미지를 처리한다. 이러한 형식하에 이미지가 편직기로 전송될 수 있고 직접 생산될 수 있다. 기계는 제품의 색상 변화에 따라 적절한 원사를 선택하는데, 이러한 발전은 편직기술 분야에서 매우 특별한 것이었다.

< 그림 16 : 실(색상) 위치 입력을 위한 그래픽 인터페이스 >



다음 도표에서 보여지듯이, 동 프로젝트를 통해 데이터 수집에서 니트제품을 만들기까지 전 과정의 네트워크화가 성공적으로 이뤄졌다. Fortiss社가 개발한 인간-기계 인터페이스의 연구 결과로 개인화된 신발 디자인을 3차원으로 성공적으로 모델링 할 수 있게 된 것이다. 공정 매개 변수에 따라, ITA가 개발한 파이프라인의 도움을 통해 확장되거나 편성되는 2D 개발(2D-Abwicklung)이 이뤄진 것을 의미한다.

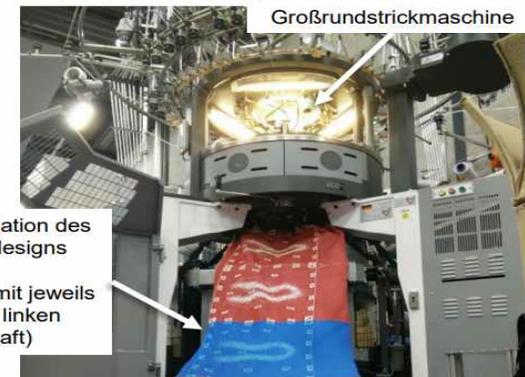
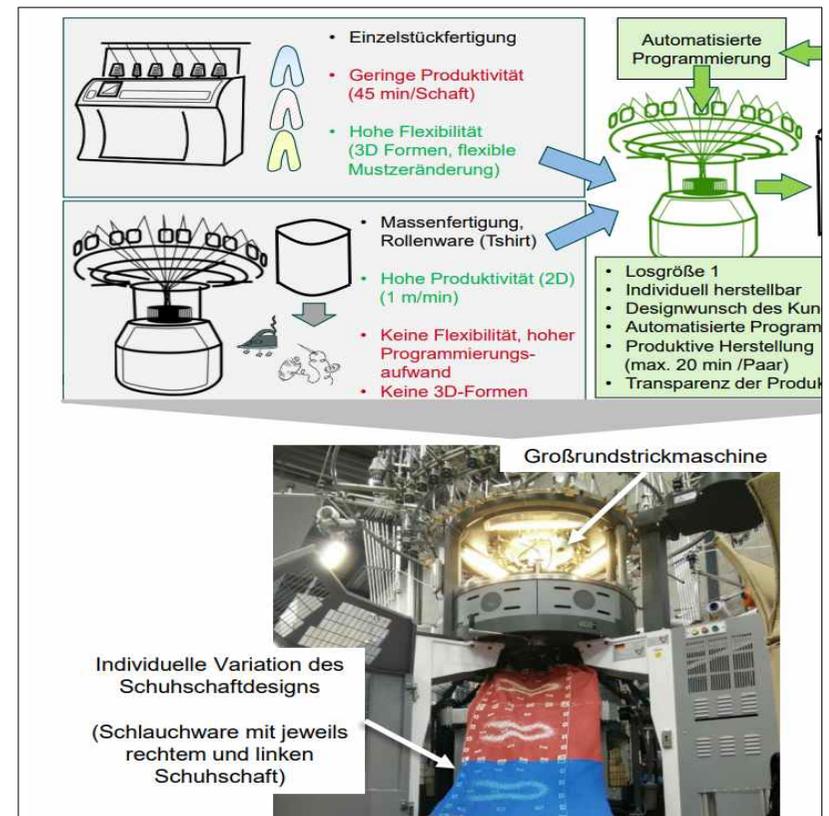
그 결과 맞춤형 대형 원형으로 짜여진 완성된 러닝화가 탄생한다.



하위 프로젝트 8 : 자율생산 시스템에서의 기능 모듈 병합 및 뜨개질

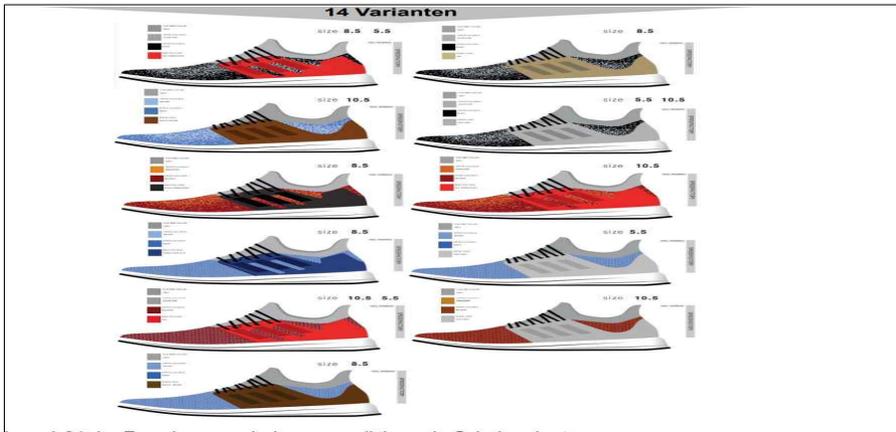
개발된 기능 모듈을 평가하기 위해서 편직기는 fortiss사에서 개발한 생산 계획도구와 연결되었고, 아디다스가 디자인한 제품이 주문관리에 연결되었다. 프로젝트 파트너들은 개별 기계들은 이러한 계획도구와의 상호 작용에 대해 평가를 진행했는데, 이를 통해 아디다스가 디자인한 신발 모델이 성공적으로 제조될 수 있음을 확인하고, 높은 수준의 자동화를 통해 제조 공정이 수행될 수 있음도 확인했다.

< 그림 17 : 자율 생산 시스템에서의 기능 모듈 병합 >

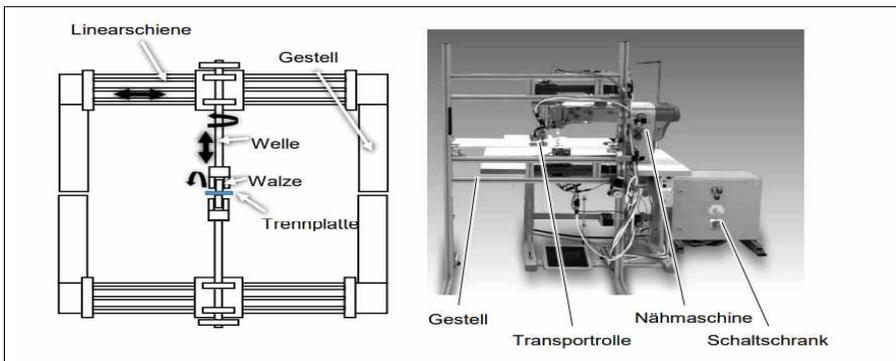


### < 개인별 신발 갑피 디자인 생산 프로세스 >

다만, 어쩔수 없이 장식요소들(Dekorations-elementen)의 배치만 수동으로 수행되었다. 프로젝션을 통한 재봉모듈에서의 보조시스템은 작업자에게 보강될 측면요소(Seitenelemente)의 위치를 표시해주고, 작업자는 필요에 따라 직물 신발 갑피에 측면요소를 배치할 수 있게 되었다. 측면요소는 직물로 자동적으로 수가 놓아지게 된다.



시운전을 위해 이전에 제조되거나 주문된 모든 구성 요소들이 전체 설계 계획에 사용되어 조립되고 제어 시스템에 연결되었다. 주요 구조물 및 컨트롤러가 Durkopp Adler사의 재봉기에 장착되었다.



기계적 개발 외에도 제어의 Beckhoff Automation사의 제품에 기초한 제어 조건들이 세팅되었다. 제어는 가령 솔기 제품의 모니터링 및 관리를 위한 시스템의 확장을 보완할 수 있도록 설계되었는데, SPS 프로그램은 6개의 드라이브와 재봉틀에 대한 양방향 연결을 의미한다. 재봉틀과 드라이브 모두 가령 드라이브의 차단이나 미싱코드 등의 상태 정보들에 대한 피드백을 제공해 준다. 바늘과 직물 이동기를 통해 재봉틀과 드라이브는 놓여진 직물이 움직이게 되는 시스템이다.

### < 프로젝트 매니지먼트 >

ITA는 작업 결과의 확장(Verbreitung der Ergebnisse)을 위한 작업을 지원했는데, 이를 위해서 컨퍼런스 및 무역박람회에서 강연을 추진함은 물론, 편직기술 및 접합기술 분야의 해당 전문 저널에 기사도 작성했다.

섬유기술연구소는 생성된 결과물에 대해 2개의 특허를 출원했는데, “동일한 윤곽 절단을 위한 재봉용 공급장치 및 제조장치” 특허는 2016.7.1일에, “3D 대형 환편기”는 2016.9월에 등록됐다.

또한 관련 생성된 콘텐츠들은 교육용을 위해 이전되었고, 2014년, 2015년, 2016년 세 차례에 걸쳐 섬유기술 분야의 Industrie 4.0 관련 강의가 RWTH Aachen University에서 개최되었다.

프로젝트를 진행하는 동안 “storefactory”프로젝트와 adidas 파트너를 위한 “Servicefactory” 프로젝트가 추가로 수주되었다. 이 프로젝트들은 생산기술의 유연성을 보완하기 위한 프로젝트로 가령, Speedfactory의 현지 생산의 성공적 활용을 위해 또는 마케팅 및 디지털 서비스 제공 등의 개념이 추가로 연구되었다.

### 하위 프로젝트 10 : 대형환편기의 연속적 재료 흐름 보장을 위한 대체 개념개발(Abzugs-konzept)

이 하부과제는 Speedfactory에서 재료의 지속적 흐름을 보장하기 위한 대

체 개념 개발 및 대형환편기의 기능적 시연을 위한 기능적 원리에 관한 것이다. 이러한 대체 개념으로 인해 기계를 멈추지 않고 상품을 제거할 수 있는 것인데, 결과물에서 발명된 기계는 이미 speedfactory 생산라인에 투입되었다.

**Bisher**

- Diskontinuierlicher Abzug
- Stillstandszeiten zur Produktentnahme
- Keine Integration in Speedfactorylinie möglich

**Neues Konzept**

- Kontinuierlicher Abzug
- Integrierbar in Speedfactorylinie
- Adaptierbar an viele Maschinentypen (Modular)
- Wegfall von Handhabungsschritten

개념개발의 목적은 대형 환편기용 대체 시스템을 위한 최소 15가지의 서로 다른 원리 솔루션을 개발하는 것으로, 컨셉 개발의 형태는 다음과 같다.

Funktionen		Wirkprinzipien			
1 Garnzufuhr	A	Seitliche Gatter		Pendelfunktion	Gatter auf Strickmaschine
	2.1 Maschenbildung	B	Drehender Nadelsylinder		Stillstehender Zylinder
		C	Schlauch	bahnware	In Strickmaschine Schlauch- in Bahnware
2.2 Textilform	D	Platinen			
2.3 Gestrick unterhalten	E	Walzen	Einseitige Reibung	Beidseitige Reibung	Transport über gasf. Fluid
		3.1 Gestrick transportieren			Flüssigkeitstransport
		3.2 Drehung entfernen	F	Stückelung stückweise	Kontinuierliches Schneiden
3.3 Größe Definieren	G	Ein- und Entdrehen	Fügen	Linear bewegliches Messer	Trennen
					Erweiterung Stricksysteme
4.1 Gestrick entnehmen	H	Durch Werker, batchweise	Automatisch batchweise	Pick & place	Auf Transportband
					Ais Transportband
4.2 Kantenrollen vermeiden	I	Keine Aktion	Durchgängige Fixierung	Lokale, stationäre Fixierung	Lokale, mitbewegende Fixierung

개발된 15가지의 원리 중 선택된 원리는 다음과 같다. 관형 편물장치의 끝에 도달하면 원하는 너비에 도달한 것이며, 이때 풀 오프 장치가 관형 편물장치에 연결되며 직물이 벗겨진다. 조각의 길이는 원주 길이에 의해 결정되며, 인출 속도는 원주의 회전 속도와 동일하다. 인출에는 2초 가량이 걸리며, 풀오프 장치는 정확한 직선을 만들기 위해 축 방향 이동과 동일해야 한다. 잘려진 편물의 개별 조각들은 재봉되어 단일 조각들이 되며, 후속 공정 단계로 운송된다.

**Führung des Strickschlauches**

**Schneideinheit**

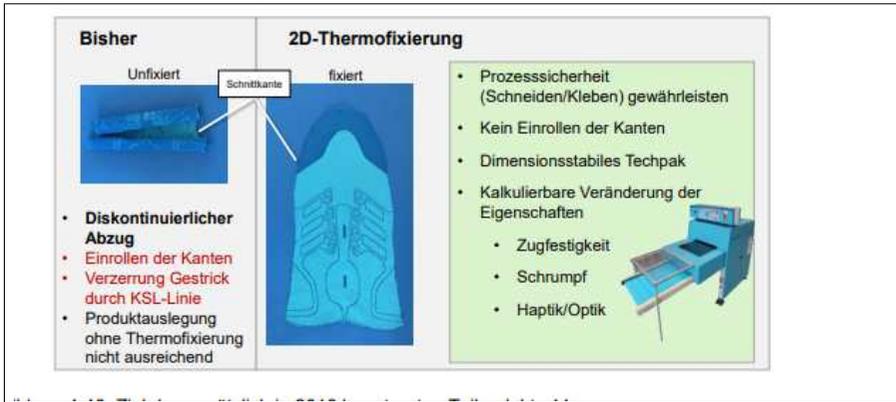
	Axialer Schnitt	Tangentialer Schnitt
Bewegung Messer	Axial	Radial
Bewegung Gestrick	keine	keine
		Tangential

**Führung des geschnittenen Stricksücks aus der Maschine**

하위 프로젝트 11 : 신뢰할 수 있는 치수 안정적 가공 과정 개발 및 2차원 편직물의 기계적 특성 조절

이 하부 프로젝트의 목표는 섬유 처리 과정에서 공정 정확성을 보장하고 이를 통해 “ Speedfactory- 스포츠용품 산업을 위한 자율성”이라는 연구 프로젝트를 성공적으로 구현하는데 있다.

편직물의 경우 자르면 킨링이 생기고 이에 따라 뒤틀림이 발생하는 바, Speedfactory 생산라인에서 이러한 특성을 최소화할 수 있는 방법을 개발하는 것이 필수적이었으며, 무엇보다도 치수 변화가 신발 편직물의 기계 매개 변수에 미치는 영향을 고려하여 추가 프로세스 단계에서 확장 및 제품 설계 알고리즘이 준비되어야 한다.



\* 연구 최종결과, ITA는 „Zuführeinrichtung und Fertigungsvorrichtung zum Vernähen von Zuschnitten gleicher Kontur“(동일형상의 재봉을 위한 제조장치) 와 „3D Stricken mittels Großrundstrickmaschinen” (대형 환편기를 이용한 3D 편직“에 대한 2개의 특허를 확보함

## V 오늘날 독일 Industrie 4.0 관련 정책

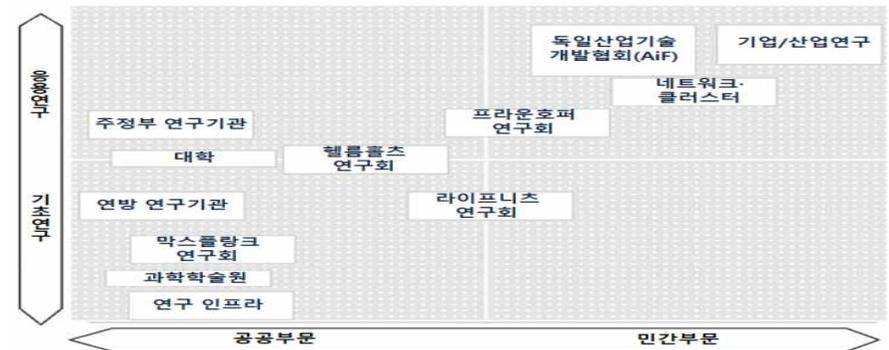
### 1. 독일 R&I 정책 개괄

#### (1) 독일 R&I 행정체계

독일은 실질적 행정이 주(州)정부 중심으로 이루어지기 때문에 R&I 정책에서도 연방정부와 16개 주정부 간의 역할 분담 및 합의·조정이 중요한데, 시스템은 크게 ①정부, ②공공·민간 연구부문, ③자문기구, ④중개기관으로 구분하여 살펴 볼 수 있다.

연구개발의 핵심 주체는 공공연구(대학, 정부 연구소, 막스플랑크 등 4대 연구회) 부문과 산업연구(기업, 기타) 부문으로 구분될 수 있으며, 각 독일 연구기관의 연구 영역별 분포를 보면 다음과 같다.

< 그림 18 : 독일 연구기관의 연구영역별 분포 >



\* 출처 : KIAT 참고자료

자문기구는 정부, 공공연구기관, 민간연구기관 등 이해당사자 간에 발생하는 각종 연구 의제의 설정과 조정, 연구전략 조언 등의 역할을 한다. 주요 자문기구는 연구혁신전문가위원회, 하이테크 포럼, 혁신대화(Innovation Dialogue) 등이 있다.

중개기관은 연구개발 자금이 공공·민간영역으로 배분되는 창구 역할을 수행하며, 자금 흐름의 모니터링 및 새로운 연구 개발 프로그램의 도입 등과 관련하여 정부와 협력을 하며 독일 연구재단(DFG: German Research Foundation)를 비롯한 각종 재단 및 협회 등이 존재한다.

독일 R&D 시스템의 주요 주체를 도표화하여 살펴보면 다음과 같다.

< 그림 19 : 독일 R&I 시스템의 주요 주체 >



\* 출처 : KIAT 참고자료

독일의 R&D 행정체계는 소관부처인 연방교육연구부(BMBF)를 중심으로 한 정부부처 및 다양한 자문기관, 연구기관등으로 구성되어 있다.

BMBF는 연방정부 R&D 관련 예산의 약 60%를 관리하고 연구개발 전략을 입안하며, 산하 독일연구재단(DFG)이 주로 대학의 기초연구를 대상으로 자금을 지원하고 있다. BMBF는 조직 내에 R&D 전략의 조정, 조사·입안 등을 수행하는 부서가 있지만, 독자적인 결정이 아닌 외부기관의 조언과 협조를 얻어 각종 전략을 작성한다.

각 분야별로는 과학·혁신 정책은 연방경제에너지부(BMWi), 연방식품·농업부(BMEL), 연방교통·디지털인프라부(BMVI)등이 담당하고 있으며, 특히

BMWi는 연방정부 지출 R&D 예산의 20%를 관리하여 BMBF와 더불어 독일 과학·혁신 정책에서 중요한 역할을 담당하고 있다.

그 밖에 연방정부 부처가 정책 목표 달성을 위해 필요한 연구를 위탁하는 연구기관, 민간기업, 비영리단체 등의 프로젝트 관리기관이 연구관련 자금을 배분(VDI/VDE Innovation+Technik등)한다.

국가 R&D 체계 내에 다양한 자문기구가 마련되어 있으나, 실제적으로 부처간 이해관계나 갈등 조정을 위한 공식적 조직은 없는 상황이다. 그러나 연구개발 사업이나 예산은 BMBF와 BMWi등 2개 부처 중심으로 운영되기 때문에 R&D 시스템 구조상 관련 이해관계의 대립이나 견해에 대한 갈등이 발생할 소지는 낮은 편인 것으로 판단된다.

공공부문의 연구개발·혁신 활동은 대학과 4대 연구회가 중심이 되어 수행한다. 대학은 주정부의 행정 지원을 받아 독일의 응용연구를 주도하고 있으며, 민간부문을 제외한 연구개발비의 절반 이상을 사용하고 있다. 연구소들의 집합체인 막스플랑크연구회 등 4대 연구회가 각각 기초연구부터 응용연구까지 역할을 분담하고 있으며, 4대 연구회 중 대형 공공연구기관의 연합체인 헬름홀츠연구회가 가장 많은 연구개발비를 지출하고 있다.

특히, 1949년 독일연방정부에 의해 설립된 프라운호퍼연구협회는 상용화가 가능한 응용기술의 연구개발을 주로 수행하고 있으며, 특히 R&D 투자가 부족한 중소·중견기업에 혁신기술을 제공하는 역할을 하고 있다. 전체 연구중 산업계와 공공기관의 위탁연구가 대략 70%정도를 차지하고 있으며, 독일 전역에 72개의 연구소가 있고, 연구인력만 2만 5천명에 달한다.

연방정부와 지자체는 특수목적과 필요에 따라 산하연구소를 운영하며, 현재 연방정부 연구소는 41개, 주정부·지자체 연구소는 167개인 것으로 파악된다.

기업부문은 독일 국가 연구개발비의 약 2/3를 담당하며, 시장지향적 연구

개발 활동을 수행중이다.

< 표 4: 독일 4대 연구회의 주요 현황 지표 (2016년) >

연구회명	예산	연구기관 수 (개)	직원 수 (명)	정부지원금 비율 (연방정부:주정부:기타)
프라운호퍼연구회	약 21억 유로	69	24,500	14:86 <sup>1)</sup>
헬름홀츠연구회	약 45억 유로	18	38,200*	61:7:31
막스플랑크연구회	약 18억 유로	83	22,000	41:41:18
라이프니츠연구회	약 17억 유로	88	18,600	39:39:23

\* 출처 : Research in Germany  
 주 : 1) 연방정부 및 주정부와의 계약연구 포함

## (2) 독일의 하이테크 전략(HTS)

'06.8월 독일 연방정부가 발표한 연구개발·혁신에 대한 포괄적 전략인 '하이테크 전략(Hightech-Strategie aus dem Jahre 2006)'이 독일 과학·혁신 정책의 기본계획 역할을 하고 있다. '06년 하이테크 전략을 시작으로 '10년에는 하이테크 전략 2020(Hightech-Strategie "2020", '14년에는 신하이테크 전략(Neue Hightech-Strategie), '18년에는 하이테크 2025를 발표함으로써 현재 독일 정부의 주요 아젠다 및 목표를 정립했다.

하이테크 전략은 부처 횡단형의 전략으로, 자금지원에서부터 연구개발 시스템에 이르기까지 폭넓은 시책과 전략을 망라하고 있는데, 연구성과의 상용화를 획기적으로 촉진하기 위한 최초의 범부처 혁신정책이라는데 의의가 있다. 하이테크 전략은 공적 자금을 보다 효율적으로 이용하는 것을 목표로 하며, 지식 창출과 보급을 통해 일자리와 경제성장을 촉진한다는 것을 목적으로 설정하고 있다. 또한 동 전략은 EU 공통의 목표로 합의된 연구개발비의 GDP 대비 3% 목표를 달성하기 위한 독일 정부의 대응책으로서의 의미도 함유하고 있다.

정책수립과 아울러, 메르켈 총리는 산학연 전문가들로 구성된 혁신성장자

문회의를 '06.5월에 구성하였고, BMBF 장관은 산학연 연구연맹을 통해 민관·산학연 공동으로 혁신성장자문회의를 보완토록 했다.

'10년에 발표된 '아이디어, 혁신, 번영: 독일을 위한 하이테크 전략 2020(Ideas. Innovation. Prosperity: High-Tech Strategy 2020 for Germany)'은 기존 하이테크 전력을 보완하기 위한 것으로, 사회적 과제 해결을 위한 각종 시책을 제시했다. 기후·에너지, 건강·영양, 교통·수송, 안전, 커뮤니케이션 기술 등 핵심 미래기술 5대 분야가 선정되었으나, 각 분야별 예산 배분액수를 구체적으로 명시하고 있지는 않아 매년 예산 결정과정에서 지원 액수가 결정되는 구조였다.

'12년에는 '하이테크 전략 2020 액션플랜'에 에너지, 환경, 통신 등 핵심 미래기술과 함께 "Industrie 4.0" 항목을 추가하여 국가 로드맵을 작성하게 된다. 이를 추진하기 위해 2.5억 유로 규모의 국가 프로그램을 운영했는데, 주요 내용은 사물인터넷(IoT), 사이버물리시스템(CPS), 스마트팩토리 등 미래 독일을 이끌 5대 우선분야 및 10대 프로젝트였다. 산·학·연 연구 프로그램을 통한 국가 차원의 기술표준을 개발하여 시범모델을 운영하는 것이 목적이었으며, 스마트팩토리 프로젝트의 경우 독일인공지능연구소 주도 하에 지멘스, 보쉬 등 산업계, 시스코 등 해외기업, 스웨덴·스페인을 포함한 다국적 대학 등이 참여하였다.

아울러 BMWi는 생산의 디지털 전환을 촉진하기 위해 '인더스트리 4.0 플랫폼'운동을 지원하게 되는데, 인더스트리 4.0 플랫폼은 경제, 학술, 조합, 정책의 획기적 전환을 촉진하기 위한 쌍방향 대화의 장으로 약 300명의 전문가들이 정책과 연계된 5개 워킹그룹으로 구성되어 액션플랜 및 지침을 제시하게 된다. 5개 워킹그룹의 주제별 테마는 언어공학, 표준화와 연구의 혁신, 네트워크 시스템의 안전, 법적장치 정비 및 노동·복지 등이었다.

< 표 5 : 하이테크 전략 2020 5대 분야 >

5대 분야	내용
(1) 지속가능 미래를 위한 기후와 에너지	①에너지공급의 스마트 개혁 ②탄소중립·에너지 효율·기후 맞춤형 미래도시 ③석유 대체 천연자원
(2) 장수사회의 건강	④ 노년기의 자립적 삶 ⑤ 개인맞춤형 의료서비스를 이용한 질병치료 ⑥ 타깃형 예방과 영양식단을 통한 건강증진
(3) 안전하고 지속가능한 이동	⑦ 지속가능 운송
(4) 사람, 기업, 인터넷 간 커뮤니케이션	⑧ 인터넷 기반 경제서비스 ⑨ 인더스트리 4.0
(5) 디지털 세계 속 안전	⑩ 안전한 개인정보(보호)

※ 인더스트리 4.0의 주요 요소

- 제조업 고도화를 위한 산·관·학 공동 액션플랜
- 생산 거점으로서 독일의 미래를 확고히 다지기 위한 시책
- 제품 및 제조기술 수출의 듀얼 전략
- 혁신적 생산기술, 프로세스 연구개발에 특화
- 사물·서비스의 인터넷 생산과정에 활용
- 사이버물리 시스템(CPS(Cyber-Physical Systems)으로 네트워크화된 '생각하는 공장')
- 노동의 고도화, 에너지 절약, 고효율화, 개별화 생산

'14년 연방정부는 하이테크 전략의 3번째 판으로서 혁신 창출에 초점을 맞춘 '신하이테크 전략 : 독일을 위한 혁신'을 발표한다. 동 전략은 BMBF의 연구개발 지원 중심의 하이테크 전략 2020을 제조업 부문과 연결하고, 산업 전반에 기술혁신을 위한 구체적인 실행조치 및 권고안 제시를 위해 전략추진 주체를 연방정부 차원으로 확대한 것이 특징이다. 이에 따라 하이테크 전략 주도 세력도 그간 산업계·학계 중심의 연구연합(Forschungsunion)에서 연방정부 중앙 자문기관인 하이테크 포럼(Hightech-Forum)으로 바뀌게 된다.

신하이테크 전략에서는 '기술적 혁신'에서 '사회적 혁신'으로 혁신 개념을

확장한다. 이를 위한 5대 핵심요소로는 ①미래과제 우선순위 설정, ②네트워킹과 전환, ③산업혁신 가속화, ④혁신친화적 프레임워크 ⑤대화와 참여 강화를 선정했다.

< 표 6 : 신하이테크 전략 5대 핵심요소 및 주요과제 >

5대 핵심요소	주요과제	
(1) 삶의 질 제고와 번영을 위한 미래과제 우선순위 설정	6대 우선과제	① 디지털 경제와 사회 ② 지속가능 경제와 에너지 ③ 혁신적 노동시장 ④ 건강한 삶 ⑤ 지능형 이동 ⑥ 시민안보
(2) 네트워킹과 전환	· 연계, 클러스터, 네트워킹 강화를 위한 방법, 도구개발	
(3) 산업혁신 가속화	· 중소기업 R&D 지원을 통한 산업혁신 속도 제고	
(4) 혁신친화적 프레임워크	· 혁신 친화적 구조와 환경 제공	
(5) 대화와 참여 강화	· 효율성 강화를 위한 개방성 확대와 투명성 제고	

이미 혁신 추진력이 큰 분야와 향후 혁신성이 커질 것으로 예상되는 분야에 대한 우선적 연구를 명시하였는데, ① 디지털화 대응, ② 지속가능한 에너지 생산·소비, ③ 혁신을 창출하는 노동, ④ 건강한 삶 추구, ⑤ 스마트 교통·수송, ⑥ 시민 안전보장의 확보 등 6대 우선과제를 선정하게 되며, 신하이테크 전략의 6대 과제를 해결하기 위한 수단으로 산·학 협력 강화와 창업지원 등 중소기업의 역량강화가 강조된다.

< 표 7 : 신하이테크 전략 6대 과제 및 주요 쟁점 >

과제	주요쟁점	과제	주요쟁점
1. 디지털 경제 사회	<ul style="list-style-type: none"> <li>인더스트리 4.0</li> <li>스마트 서비스</li> <li>클라우드 컴퓨팅</li> <li>디지털 네트워크</li> <li>디지털 경제</li> <li>디지털 교육</li> </ul>	4. 건강한 삶	<ul style="list-style-type: none"> <li>질병 퇴치</li> <li>개인 맞춤 의학</li> <li>예방과 영양</li> <li>돌봄 영역에서의 혁신</li> <li>활성성분(Wirkstoff) 연구강화</li> <li>의학기술 혁신</li> </ul>
2. 지속가능한 경제와 에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 연구</li> <li>그린 경제</li> <li>바이오 경제</li> <li>지속가능한 농업</li> <li>자원 공급 보장</li> <li>미래도시</li> <li>미래건축</li> <li>지속가능한 소비</li> </ul>	5. 지능형 이동	<ul style="list-style-type: none"> <li>지능적이고 효율적인 교통 인프라</li> <li>혁신적 이동개념 및 네트워크</li> <li>전기이동성</li> <li>항공운항</li> <li>해양 기술</li> </ul>
3. 혁신적 노동시장	<ul style="list-style-type: none"> <li>디지털 세계에서의 노동</li> <li>미래시장 혁신 서비스</li> <li>역량 구축</li> </ul>	6. 시민안보	<ul style="list-style-type: none"> <li>시민안보연구</li> <li>사이버 안보</li> <li>IT 안보</li> <li>보안 ID</li> </ul>

'16.3월 BMWi는 디지털 경제로의 이행을 촉진하기 위한 '디지털 전략 2025'를 발표하게 되는데, 디지털 전략 2025의 목적은 디지털화 추세를 활용하면서 데이터 트래픽 급증에 대처하기 위한 것으로, 디지털 경제로의 이행을 위한 10대 주요 이슈에 대한 목표와 우선순위를 설정하고 구체적인 수행방법을 제시하고 있다.

<표 8: 독일 '디지털 전략 2025'의 10대 과제 및 대책>

10대 과제	세부 대책
1. 2025년까지 기가비트 광통신망 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>'25년까지 100억 유로 규모로 예상되는 네트워크 구축 투자자금 확보</li> <li>연방정부와 지방정부의 지원 프로그램 조율</li> <li>모든 이해관계자가 참여하는 기가비트 라운드테이블 운영</li> <li>기가비트 네트워크 구축을 위한 '라스트 마일'의 단계적 개발</li> <li>모바일 네트워크(5G) 개발 및 표준화를 위한 최적의 전략 추진</li> </ul>
2. 새로운 창업 시대 개막 : 창업지원 및 기업연계 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 창업·혁신기업 지원제도의 지속적인 확충·개선</li> <li>'16년에 5억 유로 규모의 새로운 혁신·성장기업 지원기구 창설</li> <li>'17년까지 3억 유로의 자금을 관리하는 하이테크 창업기금(HTGF) III 창설</li> <li>'16년에 INVEST 프로그램을 대폭적으로 확충</li> <li>벤처캐피탈 자금 유치를 위한 법제도 및 세제 개선</li> <li>주식시장 역할 강화 및 혁신창업 경연 신설</li> <li>기업 연계 지원 및 창업기업 글로벌화 지원</li> <li>절차 간소화 및 관료주의 해소</li> </ul>
3. 투자와 혁신을 위한 제도적 여건 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>유럽 디지털 싱글마켓 구축</li> <li>정보통신 관련 제반 법규를 아우르는 디지털 법규 개발</li> <li>새로운 기술-비즈니스의 '실험공간' 창설</li> <li>글로벌 시장을 고려한 경쟁정책</li> </ul>
4. 혁신적 상업 인프라 내의 '스마트 네트워크' 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>스마트 네트워크 투자 촉진 및 데이터 처리·활용 등의 법적 투명성 확보</li> <li>범유럽 시장 환경을 창출하기 위한 표준 책정</li> <li>수요 강화 및 스마트 네트워크 정책 간 시너지 창출</li> <li>스마트 네트워크 시범지역·사업 선정 및 지원</li> <li>범국가 연합체 결성 및 액셀러레이터 육성</li> </ul>
5. 데이터 보안 강화와 정보 자율성 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>IT 보안 관련 국제적 규제 도입</li> <li>기업의 보안 개선 지원</li> <li>디지털 지도의 활용</li> <li>소비자와 기업 간 이해관계 조정</li> <li>데이터 보호 인증체계 및 전자거래 표준 확립</li> </ul>
6. 중소기업 수공업 서비스업의 새로운 비즈니스 모델 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>지원정보 포털 구축</li> <li>비기술 혁신 지원</li> <li>디지털하우스 개관</li> <li>기업 간 연계 강화</li> <li>전담 태스크포스 창설 및 부문별 특화시책 추진</li> </ul>
7. 인더스트리 4.0을 활용한 현대적 생산기지화	<ul style="list-style-type: none"> <li>중소기업에 대한 인식 제고, 정보 제공, 투자 지원</li> <li>마이크로일렉트로닉스 부문에 대한 자금지원 프로그램 창설</li> <li>인더스트리 4.0의 표준화를 확립하기 위한 다음 단계의 액션플랜 개발</li> <li>주요국과의 쌍무적 협력체계 구축을 통한 공동실험 추진</li> </ul>
8. 디지털 기술 R&D 및 혁신에서 탁월성 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>디지털화 투자에 대한 세제 혜택 부여</li> <li>혁신적 기술·응용에 대한 지원 프로그램의 강화 및 선도적 프로젝트 선정</li> <li>주요 프로젝트에서 독일 또는 유럽의 장비공급자에 대한 자금지원</li> <li>중소기업에 대한 R&amp;D 세제혜택 도입</li> </ul>
9. 삶의 모든 측면에 디지털 교육 도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>초·중등교육에서 디지털미디어 활용, 기업·교육기관 간 연계 강화, 창업지원 등</li> <li>이중 직업훈련 시스템의 조정 및 디지털 훈련 제공, 수요 반영 교육 등</li> <li>고등교육에서 교원 확충, 디지털 교육 확산, 온라인 교육과 대학연구 통합화 등</li> <li>지속교육을 위한 노조·경영자 협력, 평가인증 시스템 개발, 인터넷 교육 강화 등</li> </ul>
10. 디지털청 (Digital Agency) 창설	<ul style="list-style-type: none"> <li>정책 싱크탱크이자 정책 결정의 지원 및 수행기관으로서 디지털청 창설</li> <li>디지털 가치사슬 전반에 걸친 영역을 통합적으로 담당</li> <li>동향조사, 자문서비스, 이용자 지원, 소비자 대응, 관계기관 연계 업무 수행</li> </ul>

자료 : BMWi, Digital Strategy 2025, 2016

### (3) HTS 2025

독일 정부는 2018년 9월, '06년 '하이테크 전략 2020'의 후속편인 '하이테크 전략 2025'(이하 HTS 2025)도 발표한다. '발명가 국가에서 혁신가들의 국가로 발돋움(From a nation of inventors to a nation of innovators)하기 위한 전략'이라는 타이틀을 달고 있는데, 사회적 격변과 급속한 기술 발전 속에서 사회적 결속력을 강화하는 방법에 대한 모색을 추구하고 있다. HTS 2025는 독일이 연구와 혁신을 사용하여 미래를 형성하는 방법을 보여주고 혁신에 관련된 모든 플레이어들에게 오리엔테이션을 제공하는 것을 목표로 하고 있으며, 창조성, 개방성 및 민첩성 있는 연구환경 조성을 위한 연구혁신 방안 수립, 연구주체 우선순위 설정과 투자 집중, 경제성장·일자리 창출·시급한 이슈 해결을 위한 기술혁신 가속화에 중점을 두고 있다.

HST 2025의 목표는 경쟁력 있고, 자연친화적 삶을 지지하는 시스템을 갖추고 사회 형평성을 갖추도록 경제, 근로, 생활방식을 형성해나가는 것이며, 많은 분야에서 혁신(innovation)이 결국 경제적이고 사회적이고 환경친화적인 발전을 가능케 하는 핵심이라는 이념의 실현으로 이해될 수 있다. HTS 2025는 2015년 국제사회에서 채택된 지속가능한 발전(Sustainable Development Goals)이라는 목표와도 일맥상통하는데, 환경의 변화에 민첩하게 대응해야 한다는 필요성을 HST 2025에 반영함으로써, HTS 2025는 사회 문제를 해결하기 위해 다양한 기술·비기술적 접근방식에 열린 상태로 두고 있다.

독일정부는 HST 2025를 통해 2017년 GDP 대비 R&D 지출규모 3.04퍼센트 수준을 2025년 3.5%로 늘릴 계획이며, 실제 지출액은 150억 유로를 상회할 것으로 예상되고 있다.

HTS 2025의 특징은 지원분야가 사람들의 필요도에 맞춰져 있는데 가령, 건강 및 관리, 기후 보호 및 에너지, 이동성, 안전 및 보안 등이 지원 분야에 포함되어 있다. HTS 2025는 연구를 통해 거대 과제(grand challenges)를 해결하고 미래 경쟁력(future competencies)을 개발하고 오픈 이노베이션

(open innovation)과 벤처문화(venture culture)를 마련하는 것을 목표로 하고 있으며, 이를 통해 기술 혁명에서의 최고 자리를 점하고 독일내의 일자리를 유지할 수 있다고 보고 있다. 아울러 앞으로 다가올 변화에 대비하기 위해서는 신기술에 대한 지원은 교육 및 평생 교육에 대한 투자 및 사회 참여등과 함께 진행되어야 함을 역설하고 있다.

HTS 2025의 특징은 과제 중심형(mission-oriented)이라는 것이다. 미션 과제를 해결하기 위해 정부는 연구분야, 개인분야, 시민사회로부터의 참여를 극대화하고 사회에 커다란 부담으로 작용하고 있는 과제들을 해결해나가고 인간의 삶의 질을 개선해 나갈 것으로 기대하고 있다.

HTS 2025에서 제시하고 있는 12개의 과제는 다음과 같다.

#### ① combating cancer

암은 유럽에서 사망률 2위의 원인이며 20년 후에는 새로운 암 종류가 두 배로 증가할 것으로 예상되고 있다. 암에 관한 많은 연구가 진행중이기는 하지만, 고령화 사회와 현재 라이프 스타일을 감안할 때 암을 피하기는 쉽지 않을 것으로 예상되는데, 암 환자의 40%는 위험요소를 조정할 수 있는 것으로 파악되고 있으며, 이는 암을 예방할 수 있음을 의미한다. 독일 정부는 초기 진단, 치료, 암치료 후의 필요한 모든 것들이 연구를 필요로 하다고 보고 있다.

따라서 동 분야의 목적은 최첨단 기술을 활용함으로써 가능한 많은 사람들이 초기에 암 진단을 받을 수 있게 함으로써 새로운 암 발병을 막고 환자들이 더 나은 삶을 영위할 수 있도록 하게 하는 것이다.

이를 위해 ① 국가 암 퇴치 전략(the National Decade against Cancer, 2019년 말에 독일정부가 발표)에 환자들을 직접적으로 개입시킴으로써 새로운 연구 문화를 형성하고 ② 이 이니셔티브의 일환으로 관련 예방, 진단, 치료 및 건강관리와 관련된 암센터의 자금 지원 활동이 통합·조정되며, ③

예방, 조기진단, 진단, 혁신적 치료 분야에서의 연구가 체계화될 예정이다.

종양학 분야의 임상 실험과 결과물은 치료개선에 도움이 될 것이며, 이러한 발전들은 예를 들어 초기 임상 연구를 위한 과학자를 육성하고 인프라를 조성함으로써 향후 10년간의 암 퇴치에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

국가 암 퇴치 전략에 기초하여, BMBF와 독일암연구센터(DKFZ)가 공동으로 전략그룹을 만들었고, 2019년 1월에는 DKFZ가 파트너들과 함께 첫 번째 워킹그룹을 만들기도 했다. 국가 암 퇴치 전략에는 독일정부, 독일 암 연구단체(German Cancer Aid), Felix Burda 재단 및 DKFZ가 참여하고 있으며, 파트너 조직으로는 독일암학회(German Cancer Society), 개인의사협회, 의료보험기금, 연구기반산업에 종사하고 있는 기업들 및 자조그룹을 위한 독일 워킹그룹(the German Working Group for Self-help Groups)들이 있다. 일반 시민들의 경우에도 온라인에 게시된 주제 관련 토론에 참여할 수 있다.

향후, 주요 이해관계자간에 네트워크가 형성될 것이며, 환자들은 협회를 통해 통합될 예정이다. 함께하는 커뮤니케이션이라는 컨셉에 맞게 암 전략을 과학계를 넘어선 대중에게까지 널리 알릴 예정이며, 여태 해결되지 않은 주요 문제들의 해결을 위해 개방되고 경쟁력 있는 자금조달 프로그램이 마련될 것이며, 기존의 암 관련 정부자금지원은 동 전략의 우산 아래로 모이게 될 것이다.

## ② Digitally networking research and health care

디지털 혁신은 헬스케어 시스템 분야에 많은 가능성을 선사한다. 그러나 이를 실현하기 위해서는 다양한 주체자들간의 지속적인 연합이 필요하며, 특히 중요한 질적 발전을 이루기 위해서는 환자 데이터가 적절히 사용될 수 있어야 한다. 이러한 측면에서 기관간의 EHR은 디지털 헬스케어 시스템에 중요한 공헌을 할 것으로 기대되며, 연구 결과가 적절한 치료를 위해서 즉각 활용될 수 있음을 의미하기도 한다.

연방정부는 의료 연구분야의 효율성을 높이고, 국제 차원에서 다양한 플레이어들과 분야들 사이에서 끊임없는 정보가 교환될 수 있기를 바라고 있다. 이를 위해 연방정부는 과학계, 산업계, 시민사회계 등 모든 이해관계자들과 함께 연구-호환가능한 EHR(a research-compatible EHR)이 2025년까지 전 독일 의료분과대학에서 가능하도록 할 예정이며, 이를 위해 도입된 기관간 EHR(cross-institutional EHR)은 중요한 의미를 갖는다.

연구-호환가능한 EHR은 의료 정보학 이니셔티브(the Medical Informatics Initiative)의 일환으로 시행되었는데, 기금 규모는 2018-2021년간 약 1억 6천만 유로며, 시범 프로젝트인 DataBox가 시행중이다.

‘Digital ProgressHubs Health-New Approaches to Better Research and Care in the Health Sector’의 대표 이니셔티브로 research-compatible EHR이 의료 분야에서 테스트될 예정이다.

Medical Informatics Initiative에는 연구 기관 및 장소를 넘나드는 환자 데이터의 교환 및 활용을 통해 연구 기회 및 환자치료의 개선에 기여하게 될 것으로 보인다. 거의 대부분의 독일 대학과 의료 분야 연합들이 참여하고 있으며, HTS 2025의 토픽인 research-compatible health record의 개발이 학계와 비 대학 연구기관들의 연합을 통해 수행될 예정이다. 현재 진행중인 네트워크화 작업은 2021년에 완료될 예정이며, 후속 조치는 2025년까지 마련될 예정이다. 2021년까지 데이터 통합 센터가 구축되고 케이스 활용을 위한 IT 시스템도 개발될 것이며, 2022년까지 컨소시엄간의 데이터 공유가 완료되고, 교차 응용 활용사례가 마련될 예정이다.

## ③ Achieving substantial greenhouse gas neutrality in industry

파리협정의 목표를 달성하기 위해서는 높은 수준의 온실가스 중립성을 이번 세기 중반에 달성해야 한다. 특히 산업분야의 경우 에너지 효율성을 높이고 신재생 에너지로의 전환을 통해 온실가스 방출을 줄일 예정인데, 이러한 가스 배출을 줄이기 위해서는 기술 진보가 필요하다. 특히나 철강, 화학,

시멘트, 비철금속 산업등 독일의 1차 산업 분야에서의 연구가 질실하며, 기술의 현실적용을 위해서는 거대한 자금 투입이 불가피한 상황이다.

동 분야의 목표는 1990년 대비 2050년 온실가스 배출량을 80~95% 줄이기 위해 펀드를 적절히 활용함으로써 관련 기술이 연구, 개발, 실증 및 시장 출시까지 성공적으로 이뤄지도록 함으로써 장기적으로 온실가스 배출량 목표를 달성하고 동시에 독일 산업의 건전성을 보전하는데 있다.

현재 동 목표를 위해 BMWi, 환경부, 국가보전 및 핵 안전화기구(Nature Conservation and Nuclear Safety), BMBF가 관련되어 있는데, 독일정부는 에너지 집약 산업에서의 온실가스 배출량을 줄이기 위해 기금과 각종 연구를 진행하고 있으며, 산업 분야에서는 재생가능한 수소 에너지원로의 전환을 위한 노력이 진행중임. 제 7차 에너지 연구 프로그램의 일환으로 에너지 시스템 전환의 근간이 되는 코페르니쿠스 프로젝트가 진행중이다.

이미 2017년 이래로, 기업과 무역 연합회들은 독일 정부와 함께 온실가스 배출 문제 해결을 위한 담화를 하고 있으며, 온실가스 배출을 줄이는데 기여할 펀딩 이니셔티브를 위한 조건들을 발굴해나가고 있다.

2019년과 2020년에 온실가스 중립 기술 개발과 테스트를 위한 다양한 펀딩 프로그램이 개시되었으며, 앞서 언급된 1차 산업계의 기술 개발을 위한 자금도 지원될 예정인데, 동 펀드의 가장 중요한 점은 민간부문의 참여로, 산업계의 리더쉽 하에 진행된다는 것이다. 이를 통해 각 다른 가치 사슬의 더 많은 부분들이 고려되어 새로운 기술과 절차들이 개발될 수 있을 것으로 기대된다.

#### ④ Substantially reducing plastic discharged into the environment

플라스틱 쓰레기는 예측할 수 없는 생태학적 결과를 초래하는 전 지구적 문제이다. 수많은 활동과 예비 연구에도 불구하고 플라스틱의 배출 및 유통 경로가 동물 및 인간에게 미치는 영향에 대해 알려진 것은 제한적 수준에

불과하며, 플라스틱의 생산, 소비, 재활용에 이르는 플라스틱 전반에 걸친 연구가 필요한 시점이다. 아울러 플라스틱의 대체제에 대한 검토도 필요한데, 이러한 사회정치적 문제는 의제설정, 기업의 모범적 수행, 광범위한 효과의 달성, 대중의 인식 개선 등이 중요하다.

2019년 7월 오사카 비전(Osaka Blue Ocean Vision)이 채택되면서 G20 대표들은 2050년까지 플라스틱 쓰레기를 일제히 제거함으로써 추가 해양오염을 막는데 합의한 바 있고, EU는 The EU Plastics Strategy 2018을 발표함으로써 EU 차원에서 플라스틱을 피하기 위한 노력을 개시하기도 했다.

이를 위해 독일 정부차원에서는, BMBF, BMU, BMEL(농식품부),BMJV(소비자부, the Ministry of Justice and Consumer Protection),BMW, BMZ(Federal Ministry of Economic Cooperation and Development)가 동 이슈를 위해 미션을 수행중이다.

2021년까지 'Plastics in the Environment-Sources, Sinks, Solutions' 연구를 위해 과학계, 산업계들이 연합으로 20여개의 연합 프로젝트를 수행하고 있으며, 이를 통해 플라스틱에 대한 보다 체계적 접근이 가능할 것으로 기대되고 있다. 아울러 결과물의 실행을 위해 연방정부, 주정부, 비정부 단체들로 구성된 서포트 그룹(support group)도 조직되었다.

2018년에 개시된 유럽 조인트 프로그램 이니셔티브인 'Healthy and Prodctive Seas and Oceans'는 14개의 유럽 국가 및 브라질이 참여중인데, 10µm이하의 미세입자들에 대한 분석 및 실제 모니터링 전략 수립을 위한 펀드가 마련될 예정이다.

2018년 11월에는 불필요한 생산 및 포장을 피하고, 환경친화적인 포장을 고안하며, 점차적으로 플라스틱 재활용량을 늘리고, 배출 플라스틱양을 줄이며 해양 쓰레기를 막기 위한 기술 수출을 장려한다는 5개의 중요 계획이 발표된 바 있다.

바이오 플라스틱을 위한 연구개발 자금도 마련되고 있어, 플라스틱 산업분

야에서의 바이오 기술을 활용한 중간체 합성 과정이 개발될 수 있을 것으로 기대되고 있다.

특히 이 분야의 경우 광범위한 플레이어들의 참여가 이뤄지고 있는데, 예를 들어 EU와 국제사회 차원에서는 JPI 오션 전략, G20 Action Plan on Marine Litter, PREVENT Waste Alliance등이 수행되고 있다.

각 도시와 지방 정부들의 경우, 2018년 쓰레기 반대 캠페인이 펼쳐지고 있으며, 각종 시민 단체들이 연구 연합 및 시민 과학 프로젝트에 참여중이다. 새로 조성되는 'Alliance to End Plastic Waste'에는 약 30개 업체가 자금을 마련함으로써 15억 유로가 관련 프로젝트에 투입될 예정이다.

각종 기업 연구소와 연구 기관들도 서로 조인트 프로젝트를 통해 플라스틱의 재활용, 폐수 처리 과정에서의 오염물 제거 방안 등을 고민중이며, 2016년 이후로 개최되고 있는 해양 쓰레기 라운드 테이블에는 약 130 명 이상의 전문가가 참여함으로써 해양 쓰레기를 줄이고 각종 전략의 실행을 돕는 플랫폼 역할을 하고 있다.

'Plastics in the Environment' 연구 결과는 어떤 연구결과보다도 우선순위로 현장에 반영될 것이며, 최적화된 과정을 통해 플라스틱 입자를 줄이고, 새로운 재활용 기술을 개발하며, 바이오 플라스틱의 시장성을 획득할 수 있도록 할 것으로 보인다.

### ⑤ Creating sustainable circular economies

인구는 증가하고 자원은 한정됨에 따라, 지속가능한 경제 형태의 개발이 필요하다. 전 세계적으로 91퍼센트의 경제가 생산-소비-처분의 과정을 거치고(linear economy)있고 오직 9퍼센트의 경제만 재활용되고 있는 상황에서, 경제 구조를 선순환이 되는 경제로 바꾸는 전략 마련이 필요한 것이다.

독일 정부는 매년 원료생산성을 1.5퍼센트씩 개선시킴으로써, 2030년까지

2010년 대비 원료 생산성(raw material productivity)을 30프로까지 증가시킬 계획으로, 원료 효율적인 산업에 우선순위가 부여될 것이라고 밝혔다. 디지털과 결합된 비즈니스 모델은 기존의 선형경제를 자원 효율적 경제로 바꿀 것이다.

이러한 전략은 이미 ProgRes(the German Resource Efficiency Programme)을 통해 개시된 바 있고, 바이오 경제 펀드도 선형 경제의 실현을 위한 맞춤형 솔루션을 위해 투자되고 있다. 정부차원에서는 BMBF, BMU, BMWi, BMEL이 동 사안에 관련되어 있으며, 정부는 FONA 프레임워크 프로그램 및 바이오경제 연구 전략을 수행중으로, 이를 보조하기 위한 수단으로는 VDI Centre for Resource Efficiency, Renewable Resources funding programme 등이 있다.

2018년 발표된 'Resource-efficient Recycling Management'는 다양한 펀딩을 통해 2023년까지 1.5억유로가 투입될 예정이며, 플라스틱 이슈와 관련한 시너지 효과도 기대되고 있다. 또한 2020년부터는 경량구조 기술이전 프로그램(the Lightweight Construction Technology Transfer Programme)을 통해 지식 및 기술을 산업분야에 이전할 계획이다.

### ⑥ Preserving biological diversity

현재 다양한 종들이 전혀 예상치 못한 속도로 사라지고 있다. 이미 곤충 종류들이 급격하게 줄어들어 정확한 평가조차 쉽지 않은 상황으로, 에코시스템(ecosystem services)은 인간의 번영에 근간이라는 것을 IPBES(The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Service)는 최근 발표한 보고서에서 분명히 하고 있다. 생물다양성을 유지하기 위해서는 밀도있는 연구가 필요하며, 사회·경제의 부정적 영향이 자연에 어떻게 미치고 있는지에 대한 이해가 필요하다.

생물다양성을 보존하는 것은 기후변화에 대응하는 것만큼이나 중요하다. 기후 변화는 생태계 시스템에 불가역적인 효과를 미치고 있으며, 동시에 손

상된 생태계 시스템은 기후변화를 야기하면서 인간에게 더 심각한 영향을 끼칠 수 있다. 따라서 동 과제의 목표는 생물 다양성을 보존하고 생태계의 탄력성(resilient ecosystem)을 증진하는 것이다.

이를 위해 독일 정부는 생물다양성의 상태에 관한 데이터 수집에 도움이 되는 혁신적 기술 및 방안을 마련하고, 생물다양성의 변화를 야기하는 원인에 대한 체계적 이해를 시도하며, 생태학적 시스템과 사회-경제적 시스템간의 관련성을 명확히 하며, 실제로 다양한 참여자들과 함께 해결 방안을 모색할 계획이다.

이미 생물 다양성에 관한 UN 협약(the United Nations Convention on Biological Diversity), EU의 생물 다양성 전략 및 국가 생물 다양성 전략(the EU Biodiversity Strategy and the National Biodiversity Strategy)이 존재하는 상황에서, 독일 정부는 2019년 FONA 프레임워크의 하나로 '생물 다양성 보전을 위한 연구 이니셔티브'(Research Initiative for the Conservation of Biodiversity)를 발표했는데, 이를 통해 생물 다양성의 보전, 발전, 유지를 위한 방안이 마련될 수 있을 것으로 기대되고 있다. 동시에 단기 연구과제 진행을 위한 펀드도 조성될 예정이다.

동 연구과제는 다른 HTS 과제들과 함께 시너지 효과를 낼 수 있을 것으로 기대되는데, 가령 디지털이나 AI 기술 개발을 통해 생물 다양성 관련 데이터가 수집되는 방안이 마련된다면 데이터베이스가 구축되고 네트워크화됨으로써 기업, 정치, 사회에서 할 수 있는 체계적 대안이 마련될 것이다.

동 연구는 헬름홀츠 연합, 라이프니츠 연합, 막스플랑크 등과 긴밀한 협조하에 진행되며, '생물다양성 담화 플랫폼'을 통해 산업, 사회계의 모든 관련자들이 정기 워크숍을 통해 연구 및 정책 입안에 관여하게 된다. 그리고 다양한 실무자 참여를 통해 그들의 지식을 활용함으로써 연구 프로젝트에 기여하고 있다.

새로운 모니터 센터에 대한 구상이 진행중이며, 장기적으로 좀 더 발전된

접근방식이 마련될 예정이며, 이러한 방식을 통해 지역적, 전국적 수준에서의 생태계 상태에 대한 질적 향상이 가능할 것으로 기대된다. 아울러 장기적으로 위해를 가할 수 있는 효과를 최소화하기 위한 노력도 기울여 질 것으로 보인다.

### ⑦ Building up battery cell production in Germany

배터리 셀 생산은 산업, 기술 차원에서 독일에게 중요한 전략 중 하나이다. 소비자용 마이크로배터리로부터 전력, 전기자동차를 위한 배터리와 같은 산업용, 그리고 재생전력공급의 변동성을 완충하는 대형 고정 배터리 저장장치에 이르기까지 다양한 응용 분야가 가능한 바, 배터리 기술은 중요한 핵심 기술 중 하나이다.

독일은 이러한 중요성을 염두해 두고, 동 분야에서의 기술 주권을 지키기를 원한다. 배터리 셀 생산을 위한 지속 가능한 산업 기반을 조성하고(당장에는 액체 전해질, 미래에는 포스트 리튬 시대의 고체 배터리에 이르기까지) 자원의 효율적 사용을 통한 생산에서 재사용에 이르기까지 전 분야에 걸친 완벽한 밸류 체인을 형성할 계획이다.

정부차원에서 BMBF와 BMWi가 동 과제에 참여하고 있는데, 2019년에 'Battery Research Factory'를 통해 기본 개념을 수립하고, EU내 관심있어 하는 다른 국가들과 담화를 진행시키기도 했다. 연구분야에서는 배터리 셀 생산(ProZell), 고체 상태의 배터리(FestBatt), 배터리 물질에 관한 연구가 확장된다.

다양한 연구기관이 배터리 기술 개발에 참여하고 있으며, 다양한 기업들이 다양한 규모의 배터리 셀을 생산하기 위한 기본 개념 수립 작업에 참여중이며, 국가 차원에서 다양한 산업계와의 토론이, EU 차원에서는 EU 배터리 연합을 위한 구상작업이 진행중이다.

이와 더불어 FEB라고 알려져 있는 배터리 셀 생산을 위한 연구 시설을 구

상중인데, 동 연구 시설에서는 생산 과정에 대한 연구는 물론 실제 테스트 및 산업계로의 이전까지 이뤄질 예정이며, 독일 정부는 약 4년에 걸쳐 R&D 자금으로 5억유로를 마련할 계획이다.

이를 통해 2022년에는 배터리 셀 생산에 돌입할 계획이며, 첫 생산은 뮌스터에서 이뤄질 것으로 예상된다. 추가적인 계획 마련을 통해 고성능 소재, 전지셀 형성, Industrie 4.0 차원에서의 생산과정의 개선 등을 도모할 예정이다.

### ⑧ Developing safe, networked and clean mobility

이동성은 라이프 스타일, 사회적 공존등을 결정하는 중요 요소이다. 그러나 지속적인 교통량의 증가는 사람, 환경에 부정적 영향을 미칠 수 있으며, 특히 가스 배출 문제가 있다. 이미 이동성의 문제는 한계에 다다르고 있고, 새로운 미래형 이동성을 계획해야할 필요가 있다고 보고 있다.

이동성은 중요한 경제적 요소이며 혁신의 근간이기도 하다. 이동 산업은 단지 차량으로만 구성되는 것이 아니라 IT 분야와도 관련되는데, 전기 자동차는 파워 그리드와 관련되어 있고, 전기 자동차와 그리드와의 통합은 에너지 분야와도 관련된다. 동 분야는 새로운 가치를 창출해내고 일자리를 창출할 수 있는 분야이기도 하다.

독일정부는 범 부처에 걸친 다양한 이터서티브는 물론 펀드 프로그램을 제공하고 있는데, 예를 들어 자동화되고 연결된 운행(Automated and Connected Driving)을 위한 전략, R&D 프로그램으로는 'Clean Air Immediate Action Programme 2017-2020' 등이 있다.

무엇보다도 동 과제 실현을 위해서는 시민들은 새로운 기술을 받아들일 준비가 되어야하고, 지방 정부는 지역맞춤형 지속가능한 이동 컨셉을 구상해야 하며, 회사들은 혁신적인 기술을 실제 비즈니스 모델로 전환시켜야 한다.

'Sustainable Urban Mobility'를 위한 연구 아젠다들은 2026년까지 지속될 예정으로 2021년 제 1단계가 완료되면 약 50개의 자치구들이 통합화된 이동성 개념을 마련할 수 있을 것으로 예상된다. 그 이후 3년에 걸쳐 동 개념을 계획하고 테스트하게 될 것이다.

전기자동차(전기이동성) 개념은 기후 보호를 위해 운송분야에서의 중요한 열쇠로, 독일은 전기자동차의 선두주자가 되려고 노력하고 있다. 독일 정부는 장기간에 걸친 R&D를 통해 혁신적 기술을 마련하고, 촉진제로써 구입 프리미엄, 구매보조금 등을 제공할 예정이다.

### ⑨ Ensuring good living and working conditions throughout the country

독일은 현재 디지털 전환, 인구 구조 변화, 기후 변화로 인한 각종 과제들에 직면하고 있는데, 각 개별 지역별 혁신성과 경제적 성과는 사뭇 다르다. 혁신적 경제 중심지들은 구조적으로 취약한 지역들과 대조를 이루고 있는데, 새로운 기술, 사회 혁신, 새로운 비즈니스 아이디어들은 이러한 취약 지역에 다양한 긍정적 효과를 줄 수 있을 것으로 기대되며 국가 전체적으로도 응집을 강화시켜줄 것으로 기대되고 있다.

2019년 7월, 독일연방정부는 '동등한 삶의 조건(Equivalent Living Conditions)' 위원회의 권고사항을 이행하기 위한 12가지 방안을 채택하였다. 위원회에 주어진 과제는 동등한 삶의 조건을 만들기 위한 기술 인프라 구축, 고용, 경제, 혁신 등의 다양한 범위의 과제들을 살펴보는 것이었다. 위원회의 가장 큰 관심은 '구조적으로 취약한 지역을 위한 국가 전반의 지원 시스템(nationwide support system for structurally weak regions)'의 개발이었다. 이전에 동독지역에 한정되었던 펀드 지원은 구조적으로 취약한 지역으로까지 확대되었고, 국가 전반적으로 제공되는 프로그램을 통해 추가 자금이 지원될 예정이며, 혁신도 여기에 중요한 역할을 하게 될 것이다.

농촌 진흥을 위한 연방정부의 프로그램도 중요한 공헌을 할 예정이다. 핵

심 사례들이 테스트되고 평가될 예정으로, 이 프로그램을 통해 이전 가능한 사항들을 현실에 적용시키고 국가 정책에 반영시키게 될 것이다

## ⑩ Shaping technology for the people

향후 독일의 미래는 기술혁신을 사회 진보를 위해 어떻게 사용하느냐에 달려있는 바, 동 과제는 기술변화를 사회를 위해 활용하는 방안을 모색하는 것이다. 동 과제의 목적은 새로운 기술의 기회와 위험요소, 그리고 기술이 만들어낸 사회적 혁신을 알아내어 이를 기업과 시민들에게 알리는데 있다.

기술 및 경제 변화는 인간에게 이로운 방식으로 이뤄져야 한다. 이를 달성하기 위해서는 새로운 기술에 대한 연구가 필요한데, 가령 근로자를 돕기 위한 디지털 보조 시스템, 인간-로봇 협업, 유연한 조직을 위한 방안 등에 대한 연구가 그것이다.

상호성을 지니고 있는 기술들은 특히 인간의 생활에 중요한데, 정보통신기술, 전기전자학, 로봇학, 생물학 등은 인간과 기술 간의 시너지를 최적화할 수 있는 방향으로 기술진보가 이뤄져야 한다.

이에 따라 노동부(BMAS), 가족부(BMFSS), BMWi, BMBF 등은 학제간 사회정치학적 연구를 위한 데이터 마련을 위한 펀드를 통해 사회 및 사회정치학적 이슈에 대한 연구를 추진하며, 디지털화된 환경에서의 안전과 건강에 관한 R&D를 위한 펀드도 마련할 계획이다.

'Bringing Technology to the People'의 일환으로써 R&D를 위한 펀드가 조성될 예정인데, 특히 이는 상호간 작용하는 의학, 건강 관련 기술의 집적체를 만들기 위한 것이다.

## ⑪ Putting artificial intelligence into practical application

최근 AI는 연구실에서 상업 분야로 진출했다. 인간 중심의 AI는 과학적

지식 자산을 증가시키고, 사회적 과제를 처리하며, 장기적으로 사회의 번영을 보장하고 경제 많은 분야에서의 성장을 가져올 것으로 믿어지고 있다. AI를 응용한 분야로는 기후변화, 이동성, 지속가능성, 헬스케어 등 개인의 삶 전역에 걸치게 될 것인데, 경쟁이 치열해짐에 따라, AI의 개발 및 사용에 관한 적정한 조건들을 형성할 필요가 있다.

주요 기술로써, AI는 이미 사회 전역에 걸쳐 다양한 효과를 보이고 있다. 따라서 AI의 사용에 따른 기회, 위험요소, 조건등에 관한 사회적 담화가 필요한 시점이다. 이를 통해 인간존엄성 불가침, 사생활 존중, 평등원칙 등 유럽의 사회적 가치와 공존할 수 있는 AI를 달성하는 것이 필요하다.

동 과제의 목적은 독일과 유럽이 AI의 연구 분야를 선점함으로써 경쟁력을 획득하는데 있다. AI의 잠재성을 실현시킴으로써, AI가 많은 응용분야에서 응용될 수 있는 수평적 기술(horizontal technology)이 될 수 있기를 바라고 있으며, 이를 위해 많은 연구를 지원하는 것은 물론, AI에 기반한 비즈니스 모델이 발굴되기를 기대하고 있다.

이를 위해 경제의 참여자들이 AI의 잠재력에 대해서 알도록 하고, 동 분야에 대한 지속 투자를 보장하며, 산업분야를 가로지르는 데이터 인프라를 구축할 수 있기를 기대한다.

독일 부처 내에서뿐만 아니라, 2019년 5월 OECD 이사회도 어떻게 AI를 다뤄야 하는지에 대한 권고안을 채택한 바 있고, G7 정상회담에서도 AI가 주요 이슈였을 정도로 이미 국제적 사안이다.

AI 전략 관련 독일연방정부는 AI기술을 위한 연구 개발에 새로운 원동력을 부여하고자 하며, 이를 위해 기초 및 응용 두 개 분야로 나눠 투자가 이뤄질 예정이다. 이미 동 목적에 따라 'AI Lighthouse'펀드가 조성되었으며, 환경, 기후, 건강, 자연과의 조화를 이루는 디지털 모델을 개발하고, 각종 생태계 과제 해결을 위한 프로젝트에 투자될 예정이다.

독일 Learning systems 플랫폼을 통해 과학계 및 산업계와 사회계간의 담화가 제시될 예정이며, 이를 통해 독일의 경제력을 강화시키고 기술응용시 부작용을 최소화해 줄 방안이 마련될 수 있을 것으로 기대된다.

AI는 특히 암을 진단하고 치료하는 분야 등 의료분야에 아주 큰 잠재력을 갖고 있다. 이러한 잠재력을 키우기 위해 'Computational Life Sciences'이니셔티브가 개시되었으며, 환자 데이터의 수집 및 통합을 위한 디지털 허브도 마련될 예정이다. AI는 계속 진화할 것이며, 중점적으로 암과 같은 특별 분야에 대한 응용 개발이 이뤄질 것이다.

이동성 분야와 관련해서는 현대적이고 깨끗하고 효율적이고 지속가능한 이동성을 가져오기 위한 액션플랜(Digitalisation and Artificial Intelligence in the Mobility Sector)이 개시된다.

2019년에는 AI Innovation Competition인 'Artificial Intelligence as a Driver for Economically Relevant Ecosystems'이 개시되었고, 이를 통해 AI의 응용 사례를 늘릴 수 있을 것으로 기대되고 있다. 실제로 130건의 사례들 가운데 35건의 디자인 컨셉이 예선을 통과했는데, 이들은 경쟁을 통해 로드맵을 개발하고 그들의 제안서 실행을 위해 서로 연합하기도 한다.

아울러 독일 정부는 중소기업을 위한 특별 지원을 시행중인데, 일년에 약 천여개의 업체들이 SME 4.0 Competence centre를 방문하고 있으며, AI Competence Centers는 2022년까지 확대되고, 다양한 산업 프로젝트가 개시될 예정인데, 가장 우선적으로 'AI for Healthcare'를 위한 펀드가 마련될 예정이다.

## ⑫ Finding new sources for new knowledge

디지털 기술개발 덕분에 짧은 시간안에 현존하는 정보에 접근하는 것이 가능해지고, 정보 창출에 참여가 가능하고 정보를 활용해 부가가치를 창출해낼 수 있게 된다. 이러한 디지털 기술의 경제, 사회적 잠재력을 감안할

때 동 과제는 급격히 진화하고 디지털화되어가는 혁신 시스템에 대한 수요에 부응하고자 함이다. 동시에 기업들은 새로운 활용전략을 활용하고 특정 정보 및 핵심 역량 강화를 위한 안전한 공간이 필요한데, 동 과제는 유용한 형태의 문화, 제도적 변화를 형성하는데 있다.

오픈 이노베이션 문화는 관련된 주체들의 협업을 통해서만 발전될 수 있다. 오픈 액세스, 오픈 과학, 오픈 데이터, 오픈 이노베이션에 의해 제공되는 기회의 광대한 활용을 하고, 사회·기술적 과제에 대한 좀 더 효율적인 솔루션을 마련하기 위해, 과학계에서의 오픈 액세스 출판의 비중을 확대하고, 기업, 시민 관계자, 시민들 간의 협업의 개방된 형태를 지원하기 위한 펀드를 조성할 계획이다.

독일 정부는 일반 대중들의 접근을 위한 성공적 모델을 개발할 예정이며, 이를 통해 과학계와 산업계에 지식을 획득하고, 지식을 나누고 교환하는 새로운 실험적 환경을 만들어 낼 예정이다.

이를 위해, 독일 정부는 Leading-Edge Cluster Competition, Future Projects and Comparable Networks, 'go-cluster' excellence programme, Innovative Higher Education Institution 등 펀딩을 위한 이니셔티브를 마련하고, 'Research Campus' 펀딩 이니셔티브를 통해 특히 대학, 비대학 연구소간, 다양한 기업들간의 상호 교환 및 혁신에 기초한 협력을 증진하고자 하며, 이런 것들은 이미 오픈 이노베이션 문화의 모델이 되고 있다.

긍정적 경험 형성을 통해, Innovation Cluster Initiative는 이노베이션의 조기단계를 규정함으로써 연쇄적으로 작동하는 응용에 대한 최첨단 연구가 내일의 최첨단 클러스터가 될 수 있도록 할 예정이다. 각 혁신 단지를 위한 예산의 일부는 오픈 이노베이션 문화 발전 자금으로 쓰이게 될 것이며, 'Innovation & Structural Transformation' 프로그램 역시 오픈 이노베이션 접근 방식을 증진시켜 나갈 것이다.

그리고 평범한 시민들이 새로운 지식을 창출해낸 13개의 시민 과학 프로

젝트가 진행될 예정이며, BMBF의 Open Access Strategy를 통해 광범위한 독일 과학계에서의 오픈 액세스를 위한 혁신 프로젝트 자금이 마련될 예정이다. 개별정부의 펀딩 조항에는 펀딩 수령인이 펀딩 받은 프로젝트와 관련된 출판물을 오픈 액세스를 통할 것을 의무화하는 내용이 포함되어 있다.

National Research Data Infrastructure(NRDI)의 조성은 과학 데이터 공간을 마련하고, 표준화를 촉진하고, 연구 결과의 재사용을 확대하기 위한 중요 프로젝트이다. 이를 통해 새로운 과학적 발견 및 혁신을 위한 거대 잠재력이 열릴 수 있을 것으로 기대된다.

G7, OECD, EU등 국제사회에서는 이미 오픈 이노베이션 문화의 조성 및 오픈 과학을 위한 이슈들이 제기된바 있으나, 아직까지는 각 개별적 움직임에 불과하다. 가령, Horizon Europe은 오픈 과학을 위한 원리를 강화할 것이며, 현재 오픈 액세스 정책인 Horizon 2020에 추가하여, 출판 및 연구 데이터에 대한 오픈 액세스가 확대될 예정이다. 아울러, European Open Science Cloud가 형성됨으로써, 유럽내의 연구자들이 데이터를 저장하고 공유하고 재사용할 수 있게 함으로써 좀 더 안정적이고 오픈된 환경을 만들 예정이다.

많은 기업들은 비즈니스 모델을 개발하기 위한 씽크 탱크로 아이디어 대회나 혁신 연구소를 운영중이며, 그들의 오픈된 이노베이션 절차를 통해 소비자에 이르기까지의 새로운 파트너들과 협업을 이뤄가고 있다.

과학자들은 그들의 가치있는 연구결과를 오픈액세스 출판의 일환으로 그들 기관의 출판 서버에 올리거나 오픈액세스가 가능한 온라인 저널에 게재하고 있다.

## 2. 국제 표준화 프로세스

개방형 디지털 생태계는 비즈니스 및 업무 수행에 새로운 방식들을 가능하게 하며, 이러한 개념은 Platform Industrie 4.0의 2030 vision에 반영되어

있는데, 이에 따르면 현재와 미래의 가치 창출은 모두 글로벌 네트워크에 기반한다. 따라서 디지털 생태계의 성공적 조성은 솔루션을 위한 국제적 담화와 초국가적 접근이 필요하다. 이것이 바로 Platform Industrie 4.0이 국제 파트너들과 긴밀하게 협력하는 이유다.

독일 연방정부와 Platform Industrie 4.0은 긴밀하게 협력하여 개방형 디지털 생태계를 만들고 있으며, 이러한 작업은 다양한 국제 파트너와의 협업을 통해 보완된다. 가령, 국제 표준화를 위한 Standardization Council Industrie 4.0이 있고, 중소기업의 실제 테스트 및 표준화 이전을 지원하는 the Labs Network Industrie 4.0, 디지털 트윈의 실행을 위한 the Industrial Digital Twin Association, 유럽의 연합 정보 인프라 구축을 위한 GAIA-X가 있는데 이러한 파트너의 대표자는 Platform Industrie 4.0의 국제 협력에 직접 관여하고 있으며, 국제협력의 주제는 2030 비전의 모든 영역으로 확장되며, 계속 발전하는 중이다.

### (1) 독일- 이탈리아- 프랑스

2017년 3월 베를린에서 열린 "Digitising Manufacturing in the G20s" 고위급 회담에서 3개국의 협력을 위한 초기 논의가 있었다. 2017년 6월 3국 협력 운영위원회가 토리노에서 개최되었고, 기본 협력을 위한 공동 플랜(the Joint Action Plan)에 합의하게 되고, 이 이후로 Platform Industrie 4.0은 프랑스의 Industrie du Futur, 이탈리아의 Piano Impresa 4.0, Platform Industrie 4.0와 함께 유럽 산업의 디지털화, 경쟁력 제고 및 지속 성장을 위한 협력을 진행중이다.

동 협력체의 목표는 다음과 같다.

- 3국 협력은 유럽의 가치에 따라 행동하며 제조 부문의 디지털화에 이러한 가치를 통합시킨다.
- 프랑스, 이탈리아, 독일은 중소기업의 요구를 반영하고 유럽 제조업 부문의 지속 가능한 성장을 촉진할 수 있는 디지털 생태계 형성을 목표로 한다.

· 3개 국가는 유럽 내에서 한 목소리로 말하며, 전략적 문제에 대한 인식을 제과하며, 3개 국가뿐만 아니라 EU 내에서도 협력체로서의 역할을 한다.

동 조직의 워킹그룹은 △ 아키텍처의 표준화 및 참조그룹(Standardisation and reference architectures) △ 중소기업 참여 및 테스트 베드 그룹(SME engagement and testbeds) △ 정책 지원 그룹(Policy support)으로 구성되어 있다.

실제 표준화 작업 그룹과 중소기업 그룹간의 긴밀한 공조 덕분에 SME의 요구 사항을 표준화 작업에 반영을 했고, 테스트베드 결과를 표준화 작업과 연결시킬 수 있었으며, 동 그룹을 통해 나온 결과들은 ISO, IEC, OPC와 같은 국제 협의체를 위한 권고 내용으로 제출되고 있다. 정책지원 그룹에서는 정치적 프레임워크에 대해 논의하는데, 특히 EU 기관내 논의에서 세 국가의 공동입장을 공식화하는 역할을 하고 있다.

동 협력체는 2021년 5월, 하노버에서 열린 회의에서 Strategy Paper 2021+를 발표했는데, 동 보고서에서 언급하고 있는 향후 논의 주제는 다음과 같다.

- Gaia-X : 유럽을 위한 연합 데이터 인프라인 Gaia-X가 제조 부문에 혜택을 줄 수 있는 방법
- 미래 디지털 생태계에서 자주적 데이터 사용을 위한 조력자로서의 차세대 클라우드 인프라 및 서비스에서의 IPCEI(Important Projects of Common European Interest)의 역할
- Ca tena-X 프로젝트 등을 통한 스마트 제조 솔루션 출시
- 지속가능한 경제 성장을 위한 스마트 제조 솔루션에 대한 기여
- AI 및 데이터 경제

※ 참고

(1) The National Plan Transition 4.0(Impresa 4.0)

The National Plan Transition은 기업이 정진 전반에 걸친 경쟁력 강화를 목표로 하고 있다. 기술 중립성(technology neutrality)이 동 계획의 핵심이며, 혁신에 대한 투자를 장려하고 있다. 동 계획은 정부, 학계, 산업계의 이해 관계자가 지속적 담화를 한 끝에 나온 것으로 중소기업의 기술 투자 촉진, 노동자의 기술수준의 향상, 국가 경쟁센터 및 혁신 허브의 강화, 연결을 위한 디지털 인프라 구축 등 이탈리아 제조업의 기술 수준을 높이기 위한 다양한 수단들을 장려하고 있다.

(2) Alliance Industrie du Futur

프랑스의 경우, 미래 산업 계획은 기술, 에너지, 과학 및 핵심 학문 분야의 전문가들, 기업 및 지방당국의 담당자들이 모여 정하게 된다. 이 조직은 프랑스 산업의 현대화와 변화를 위한 이니셔티브, 프로젝트 및 각종 작업을 조직하고 조정한다. 이를 위해 워킹 그룹들은 동 조직의 회원 및 지방 당국의 네트워크를 활용함으로써 중소기업들을 위한 활동을 하고 있다.

(2) 독일- 중국(Sino-German Industrie 4.0 Cooperation)

2015년 독일 연방정부는 제조부문의 디지털화를 가속화하기 위한 기반을 마련했으며, 독일의 BMWi(the Federal Ministry for Economic affairs and Energy)와 중국의 MIIT(the Ministry of Industry and Information Technology)는 4차 산업혁명을 위한 협력 체계를 구축하기 위한 양해각서에 합의하게 된다.

동 협력의 주요 목적은 독일과 중국 기업의 비즈니스 환경 및 법적 규제 프레임워크를 개선하고 제조 산업의 디지털 발전을 주도적으로 형성해 나가는 것이다.

성공적인 디지털 전환을 달성하는 것은 글로벌 및 디지털 생태계에서 새

로운 형태의 경제 활동하에 놓인 제조산업이 직면한 가장 큰 도전이다. 종종 매우 경직되어 있는 가치 창출 사슬(Value creation networks)은 향후 유연해지고 전세계적으로 연결될 것이며, 디지털 기술 및 혁신적인 비즈니스 모델의 급속한 발전이 국경을 넘어 일어날 것이다. 혁신을 가속화하고 일자리를 창출하기 위해서는 무엇보다도 회사간, 국가간의 주권적이고 (sovereign) 안전한 데이터의 교환이 필요하며, 이러한 전환의 성공을 위해 독일은 중국과 같은 선진 제조국과의 협력을 추진했다.

2016년 10월부터 독일과 중국의 산학계 전문가 80명은 양국의 정치 및 산업 담화를 위한 공동정책 제안 마련을 위한 협의(Sino-German Industrie 4.0 Cooperation)를 시작했다. 동 그룹은 실제 사례 시나리오를 활용함으로써, 예를 들어 기업의 미래 디지털 비즈니스 모델을 제시했으며, 인공지능의 제조업에서의 활용을 증명했다. 또한 글로벌 생태계에서 인간, 기계 및 제품을 연결하는 규제 프레임워크와 표준을 설명했으며, 제조산업의 미래 작업 환경에서 직원에게 필요로 되어지는 자격이 무엇인지, 직원들은 적절한 디지털 전환 대비를 위해 무엇을 준비해야 하는지에 대한 권장사항을 분석했다.

동 협의는 3개의 주요 사항에 기반하고 있으며, BMW가 위탁한 GIZ(Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) GmbH 와 중국 정보산업발전센터(CCID)가 각각 독일측과 중국측의 실행기관으로 협력하고 있다. 베이징에 있는 독일 프로젝트에는 약 10명이 근무중이다.

DCKN(Sino-German Commission for Cooperation in Standardization)의 하위 작업 그룹인 Industry 4.0/Intelligent Manufacturing은 표준화에 관한 중요 양자간 교류 플랫폼으로, 잠재적 편차를 식별하고, 표준화에 관한 격차를 좁히기 위한 기술교류를 추진중으로, IEC, ISO와 같은 국제 표준화 기구를 위한 공동입장, 워킹 페이퍼 및 표준화 권장사항을 마련하고 있다.

중국- 독일간 협력의 하이라이트는 독일과 중국에서 번갈아 개최되고 있는 지능형제조에 관한 국무장관 및 차관 연례회의이다. 이러한 정치적 대화체

를 통해 양측은 Industrie 4.0의 현재 발전에 대해 논의하고 협력의 진행상황과 과제를 제시함으로써 미래 협력을 공고히 하고 있다. 이 외 양국의 산업 전문가들은 정책적 제언을 할 수 있으며, I 4.0 프로젝트는 하노버 박람회의 일환으로 "Digitising with China"와 같은 추가 회의를 개최하기도 한다.

### (3) 독일-일본(Robot Revolution & Industrial IoT Initiative)

Platform Industrie 4.0과 Robot Revolution & Industrial IoT Initiative(RRI)는 2016년 이래로 밀접한 협력을 유지중이다. 양국의 목표는 4차 산업혁명을 통해 양국의 경쟁력을 강화하고 원활한 디지털 전환을 달성하는 것이다.

양국 파트너십은 사이버 보안, 국제 표준화, 디지털 비즈니스 모델에 중점을 두고 있고, 중소기업 진흥방안, 교육 및 훈련 분야의 선례 교환, 연구 프로젝트에 대한 지원 등에 관해 면밀히 논의 중이다. RRI는 Industry 4.0의 적용 사례를 독일 파트너 측과 교환하고 있으며, 두 개의 기관은 SCI 4.0을 거쳐 Industrie 4.0과 IIOT의 표준화를 위한 독일- 일본 두 국가간의 협력에 중요 역할을 하고 있다.

두 기관은 2016년 2월 첫 모임을 가졌으며, 2016년 하노버 박람회에서 공동 계획(joint action plan)을 발표했다. 그 다음해, 독일 연방정부(BMWi), 일본 경제성(METI) 및 내무성(MIC)과 함께 하노버 선언(Hannover Declaration)을 하게 된다. 2018년 양국간에 양해각서의 교환을 통해 산업의 디지털화에 관한 협력을 공고히 할 것을 재확인했다. 매년 독일-일본 비즈니스 포럼을 비롯하여, 양 국가간의 중요 이벤트에 협력을 하는 등의 다양한 활동을 하고 있고 실제 다양한 출간물을 발행하기도 했다.

### (4) 독일- 한국(Smart Manufacturing Office)

한국과의 협력관계는 LNI 4.0(testing and standardisation), SCI

4.0(international standardisation), Platform Industrie 4.0(strateic framework and cyber securtiy)을 통해 이뤄지고 있다. 양국 협력의 목표는 Industrie 4.0 솔루션을 위한 혁신 및 정보처리 상호운용(interoperability)을 위한 협력 증진이다. 이를 위해 특히, Administraion Shell, OPC UA 스탠다드 등을 테스트함으로써 표준화하는데 협력하고 있다. Platform Industrie 4.0와 KOSMO 간에 사이버 보안에 관한 협력이 이뤄지고 있으며, GAIA-X에 관한 담화가 진행중이며, Steering Committee가 총괄하고 있다.

독-한 간의 협력은 2017년에 출발했으며, 2019년 하노버 박람회를 계기로 구체화되었고, 2020년 12월, 양국 간의 양해각서가 체결되었다.

## IV. 정책적 시사점

### 1. 그간 우리나라 4차 산업혁명 정책

지난 3월, 대통령 직속 4차 산업혁명 위원회는 「4차 산업혁명 성과와 향후 과제」라는 보고서 발표를 통해, 그간의 4차 산업혁명 대응 성과 및 그간의 과정에서 나타난 한계를 정리하고, 차기 정부에서 중점적으로 다뤄야 할 과제를 제시했다.

동 보고서를 살펴보면 우리나라의 그간 4차 산업혁명 대응 성과는 크게 네 가지이다. 첫째는 D·N·A 핵심 기반 구축이다. 데이터댐 구축, 데이터3법 개정, 데이터 기본법 제정 등을 통해 제도적 기반을 조성하고, 세계 최초 5G 상용화를 발판으로 4차 산업혁명 육성 기반을 마련하였으며, 『인공지능 국가전략』을 수립함으로써 인공지능 기술의 활용과 확산을 촉진시켰다고 평가하고 있다. 두 번째 성과는 BIG3(미래차, 시스템 반도체, 바이오) 등의 신산업 육성이다. 자율차 레벨 3 제도를 완비하고 전기차 수출 10만대를 돌파하는 등 미래차 육성을 위한 단계를 밟아나가고 있고, 시스템 반도체의 경우 2년 연속 수출 300억불을 달성하였으며, 바이오·헬스케어 분야에서 디지털화를 확산함으로써 의료정보 활용 기반을 마련했다고 평가하고 있다. 세 번째는 디지털 인재 양성과 디지털 포용·안전이다. 초·중등 SW 교육 필수화 시행으로 전국민 디지털 역량 교육 기반을 마련하고, 디지털 배움터 개소를 통해 디지털 격차를 완화하려 노력하였으며, 코로나 대응에도 적극 데이터를 활용함으로써 국민 불편을 해소했다고 평가하고 있다. 네 번째 이를 통해 4차 산업혁명에 대한 대국민 인식이 제고되었으며, 해외 평가 결과도 향상 됨으로써 긍정적 효과가 노정되고 있다고 보고 있다.

그러나 동 보고서는 그간의 정책 수행 과정에서 다음과 같은 한계가 나타났다고 평가하고 있는데, 첫째가 새로운 기술과 서비스를 수용하기 위한 제도·인프라의 미비이다. 경직된 제도, 네트워크 장애 및 인공지능·메타버스 확산의 이면에 드러난 차별, 사생활 침해, 성희롱 등의 사회·윤리적 문제가 노출되었다고 평가하고 있다. 둘째는 신산업 등장에 따른 이해관계의 충돌

이다. 기존산업의 패러다임을 개편하는 과정에서 신·구 산업간 갈등이 발생하고, 법률·의료·세무 등의 영역에서 플랫폼서비스가 등장하면서 전문직역과의 충돌이 발생하는 한편, 국가데이터 컨트롤 타워의 부재로 부처간의 협업에 한계가 있다고 평가하였다. 셋째는 급속한 기술발전에 따른 집단·계층별 디지털 역량 격차이다. 4차 산업혁명 위원회는 경직된 학사운영으로 공급을 따르지 못하는 수요의 문제, 고령층의 낮은 디지털 리터러시, 데이터 독점에 따른 기업간 격차 문제 등을 지적하고 있다.

따라서 이를 해결하기 위한 차기 정부 과제로는 (1) 4차 산업혁명을 선도할 핵심인재를 양성하고 전국민의 디지털 역량 제고를 위한 교육 및 변화에 대응한 노동전환 지원 (2) 혁신의 과정에서 유발되는 갈등 조정, 공정한 환경 조성 기술에 대한 신뢰성 확보 등을 위한 제도 개선 및 상생 노력 필요 (3) 디지털 혁신 기반 산업 육성을 위한 데이터 공급, 인프라 조성 등 지원 역할에 노력할 필요 (4) 컨트롤타워에 강력한 정책 조정 권한을 부여하고, 국가 차원의 디지털혁신 마스터 플랜 수립 등 혁신의 예측 가능성 제고를 제시하고 있다.

## 2. 소견

각 국가별 4차 산업혁명의 아젠다는 국가 현실 및 국가의 중요 이념 등에 따라 다른 양상을 띠며 계속 발전하고 있다. 우리나라의 경우, 초반에는 4차 산업혁명의 개념을 확인하고 이를 실현하기 위해 필요한 기술개발, 새로운 비즈니스 모델 등 4차 산업혁명의 토대 마련에 초점을 뒀었다면 최근 4차 산업혁명의 정책은 4차 산업혁명 위원회를 데이터 특별위원회, 스마트도시 특별위원회, 디지털헬스케어 특별위원회로 구성함으로써 특별 분야에 방점을 찍는 정책을 추진하고 있는 것으로 판단된다. 독일의 경우, Industrie 4.0을 제창한 시점에서는 동 개념을 해외로 나간 공장의 국내로 다시 이전하기 위한 기술 개발 정도로 이해한 것으로 보이나, 수 차례의 정책 발전을 거치면서 이제는 Industrie 4.0을 기술 혁신을 통한 인간 삶의 질 향상이라

는 보다 확장된 정책 목표를 가지고 동 개념을 활용하고 있음을 알 수 있다. 어느 국가의 4차 산업혁명 청사진이 가장 현실적이고 세계 시장의 경쟁력을 선점할 수 있는 전략인지는 모르지만, 어쨌든 추구하는 바는 기술개발을 통해 인간에게 보다 나은 삶을 제공한다는 같은 목적을 향해 달려가고 있음은 분명하다.

독일의 4차 산업혁명 관련 정책 수립 과정 및 내용, 진행과정에서 인상적이었던 점은, 독일 정부가 4차 산업혁명 정책 수립시 중요하게 감안한 것이 바로 ‘연결(Vernetzung)’이라는 것이며, ‘연결’이라는 개념을 정책 내용에만 반영하는 것이 아니라 정책 수립 전 과정에 걸쳐 이를 반영함으로써, 정책이 제대로 수평적, 수직적으로 ‘연결’ 될 수 있도록 한다는 것이다. 이는 초연결·칸막이가 없는 4차 산업혁명의 특징을 감안할 때, 정책 수립과정에서 당연히 고려되어야 하는 부분이었을 것이다.

독일 정부는 정책 수립과정에서는 모든 정보의 일괄적 통합, 모든 이해관계자들의 참여를 통한 최고의 아이디어 도출 등을 위해 ‘연결’이 필요하고 정책의 이행과정에서는 기존의 정부나 주요 기관들 중심이 아닌 모든 플레이어의 참여를 통한 정책 실행을 추진하고 있다.

우선, 독일은 정부 부처간 협력이 활성화되어 있다. 우리정부의 경우에도 중요 이슈에 대해서는 범부처 차원에서 대응하고 있는 전략이 많은데, 우리정부의 경우 보고서를 공동 발간하는 수준에 그치고 있다면 독일 정부의 경우에는 정책을 함께 수립하고 예산을 마련, 공동 목적에 맞는 예산을 사용하고 있는 사례들이 보인다.

아울러 정책 수립 과정에서도 모든 이해관계자의 참여를 위해 많은 라운드 테이블 및 미팅이 정기적으로 이뤄졌으며, 장기간에 걸친 토론 끝에 의견 조율 및 수립 과정이 이뤄짐으로써 이미 공감대가 형성된 정책을 마련함으로써 수립된 정책이 원활하게 수행될 수 있도록 한다. 사실, 우리나라의 경우 정책이 수립된 이후에 비로소 추가 고려 사항 등이 제기되면서 정책의 실행 과정에서 이해 관계자들과 다시금 토론 테이블에 앉아야 하는

경우들이 있는데, 이런 경우 이중의 정책 수립 및 수행 비용을 감당해야 한다. 모든 이해관계자의 참여로 정책 수립에 다소 시간이 걸리고 진척이 어려울 수는 있겠지만, 한번 방향이 정해지면 그 방향으로 쫓 정책이 추진된다는 점을 감안하면, 최종 정책 성과는 독일의 경우가 더 좋을 수 있겠다는 생각이 들었다. 독일의 경우에는 정책 수립을 위한 그룹들 외에도 실행을 위한 서포트 그룹을 미리 마련해 놓음으로써 빠른 현장 실행을 준비해 놓는 것도 인상적이었는데, 우리나라도 여력이 된다면 이런 구조를 도입해서 정책의 현장 실행성을 강화할 수 있으면 좋겠다는 생각이 들었다.

독일이 4차 산업혁명의 선두 주자 국가들 중 하나라는 인상을 강렬히 받았던 이유는 독일 정부의 4차 산업혁명 정책이 말하는 '연결'이 비단 국내에만 한정되지 않고 있기 때문이다. 독일 정부의 정책은 언제나 국내 기반을 토대로 유럽 연합내의 정책에 영향을 미치고 최종적으로 국제 사회에서의 영향력을 미치기 위한 방안까지 감안하고 있다. 사실, 이미 국가간의 경계가 투명해진 산업환경을 감안할 때, 4차 산업혁명의 진정한 자동화를 실현하기 위해서는 모든 국가간의 연결이 필요하다. 그런데 독일은 이 부분까지 감안하여 정책을 제안하고 수립하고 수정하고 있다. 국제사회에서 자신들의 아이디어를 제안하고 토론하고 발전시켜나가는 다자관계 뿐만 아니라, 개별 국가들과의 이슈별 협력을 추구하는 양자관계까지 독일의 행보는 4차 산업혁명의 실현이라는 하나의 목표를 향해 일관되기 나아가고 있다.

모든 국가가 저마다의 4차 산업혁명 모델을 제시하고 있고 아직 어느 정책이 이상적인지에 대해서는 모르지만, 최소한 독일정부는 4차 산업혁명에 대해 깊은 고민을 했음이 보이고, 그 고민의 결과를 통해 이상적 모습 시련을 위한 꾸준한 정책 실행을 하고 있는 것으로 보인다. 우리나라 역시 계속해서 처해 있는 사회적 현실 및 국제상황의 변화에 대응하며 4차 산업혁명 관련 산업 정책을 발전시켜나가고 있다. 하지만, 이 시점에서 우리가 구상하고 있는 4차 산업혁명의 본질이 무엇인지에 대해서, 그리고 최종적으로 목표하는 4차 산업혁명의 모습을 구체화함으로써 정책을 발전시켜 나갈 필요가 있을 것으로 사료된다. 4차 산업혁명은 장기 프로젝트이고 결국 정책 원동력을 갖춘 국가만이 그 장기 프로젝트를 끝까지 추진해나갈 수 있을 것이라 판단되기 때문이다.

## 【 참고 문헌 】

Industrie 4.0 Working Group, "Securing the future of German manufacturing industry Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0 final report of the Industrie 4.0 Working Group", Federal Ministry of Education and Research, 2013.4

조호정, "독일의 창조경제 : Industry 4.0의 내용과 시사점", 현대경제연구원, 2013.10.29

박종훈, "스마트 ICT와 제조업의 결합, 독일의 인더스트리 4.0 정책", 정보통신산업진흥원, 2014.2.12

현대경제연구원, "독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점-제조업의 진화전략이 필요하다", 2013.10.29

Platform Industrie 4.0, "Shaping Digital Ecosystems Globally", Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2019.10

Platform Industrie 4.0 with ZVEI, "Details of the Asset Administration Shell", Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2020.11

"The platform's working groups",  
<https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/EN/ThePlatform/Structure-Organization/PlatformWorkingGroups/platform-working-groups.html>

Platform Industrie 4.0, "Industrie 4.0-Komponenten werden interoperabel - mit der Verwaltungsschale", 2019.3.25

DIN and DKE roadmap, "German Standardization roadmap Industrie 4.0", Standardization council, 2020.3

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz,  
<https://www.dfki.de/web/forschung/projekte-publikationen/projektnews>

Faunhofer IAO,  
<https://www.iao.fraunhofer.de/de/veranstaltungen/2021/personaleinsatz-und-schichtbetrieb-flexibilisieren-sept.html> personaleinsatz flexibilisieren

WZL, <https://www.wzl.rwth-aachen.de/go/id/sijq/?lidx=1>

AUTONOMIK für Industrie 4.0 , 2016.9, BWE

Atlanta Business Chronicle, Business Journals  
<https://www.bizjournals.com/atlanta/news/2019/11/11/adidas-to-close-3-d-printing-speedfactory-in.html>

한겨레, 아디다스 로봇공장 실험은 왜 실패했나, 2019.11.14

Kotra, 스페셜현장리포트 '4차 산업혁명' 2017.7

Adidas,  
<https://www.weloveadidas.com/2016/08/adidas-speedfactory/>

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, SPEEDFACTORY(2016)

식품의약품안전평가원  
[https://www.nifds.go.kr/brd/m\\_480/view.do?seq=12750](https://www.nifds.go.kr/brd/m_480/view.do?seq=12750),

<https://www.bmbf.de/en/high-tech-strategy-2025.html>

독일의 산업정책과 KfW의 역할, KDB 미래전략연구소 미래전략개발부,  
2019.5 산은조사월보

The High-Tech Strategy 2025 Progress Report

전자신문, <독일, '하이테크 전략'으로 디지털 전환 박차> . 2021.1.3

<https://www.etnews.com/20201228000019>

<https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Dossiers/international-cooperations.html>

Plattform Industrie 4.0, Strategy Paper 2021 + , 2021.5.10

<https://lni40.de/>