



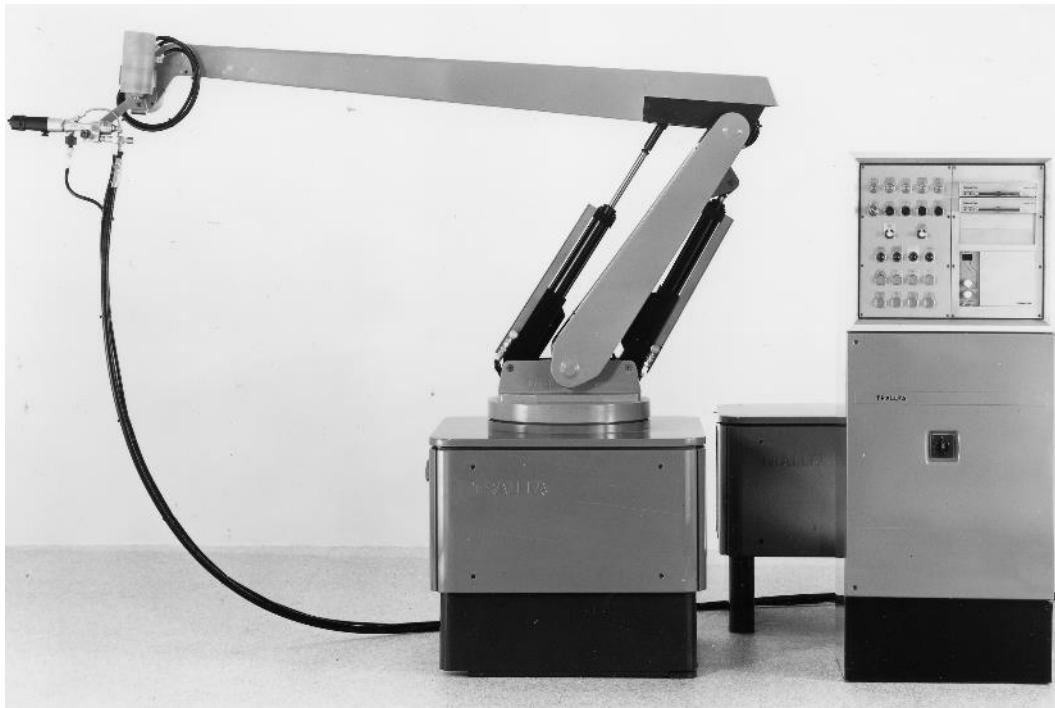
NTNU – Trondheim
Norwegian University of
Science and Technology

Industri 4.0

Professor Olav Egeland

*NTVA-seminar i anledning Torbjørn Digernes 70-årsdag
Trondheim, 2017-05-18*

Trallfa Robot: Et norsk teknologisk gjennombrudd

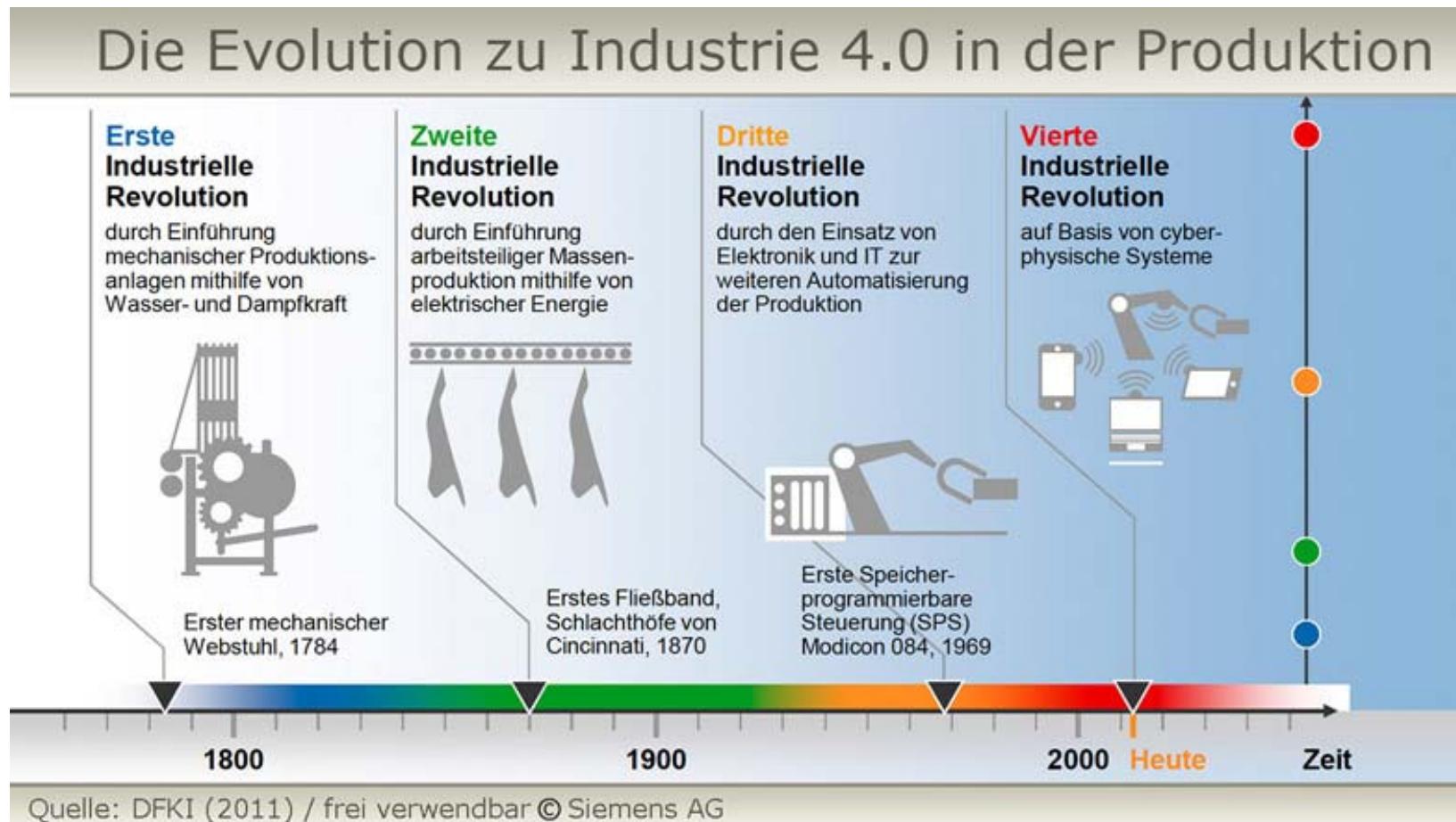


NORSK DESIGN- OG ARKITEKTURSENTER: Merket for god design - 1973

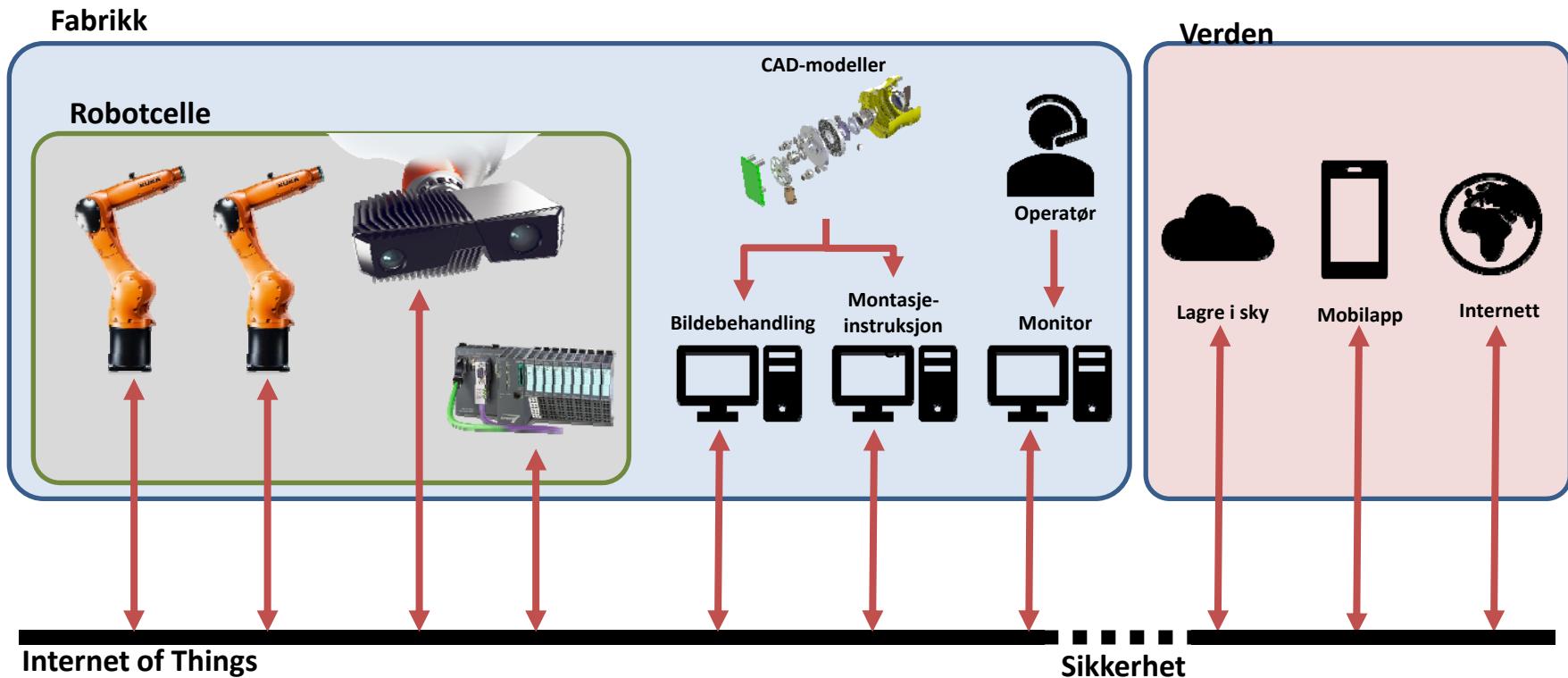
- «Produktet er en elektronisk styrt manipulator som med fordel erstatter mennesket i særlig utsatte og helsefarlige arbeidssituasjoner.»
- «Etter innhentede opplysninger er denne robot den første utviklede i Europa, den var operasjonsklar i januar 1967. Den tredelte versjon, som ble lansert ved årsskiftet 1973-74, består av en manipulatorenhet, en hydraulisk enhet og en kontrollenhet.»
- «Produktet er med sine 12-15.000 komponenter så gjennomtenkt og gjennomarbeidet at det etter juryens oppfatning må betraktes som et enestående produkt frembrakt av norsk elektroteknisk industri.»



Industrie 4.0: Et tysk strategisk initiativ



Industri 4.0: Data teknisk modell



Viktige elementer

- Kyber-fysiske systemer med lokal intelligens
- *Internet of Things* til sammenkobling
- Sensorer
- Digitale modeller

Viktige prinsipper

- Åpne protokoller for kommunikasjon
- Lokal intelligens
- Automatisk konfigurasjon
- Funksjonell integrasjon

Industri 4.0 for norske forhold

Sær preg ved norsk produksjon:

- mye av produksjonen skjer i små serier
- produktene har stor merverdi, er avanserte og kundetilpassede
- det kreves inngående bransjeerfaring for produksjon mot
 - maritim sektor
 - olje- og gassindustrien
 - fornybar energi
 - havbruk
- Eksisterende robotteknologi er utviklet for bilindustrien med store serier
- Norsk industri behov for
 - Rask omstilling mellom ulike produkter
 - Avanserte robotsystemer som gir lønnsom produksjon i små serier
- Utfordring: Det tar for lang tid å bygge og programmere en robotcelle

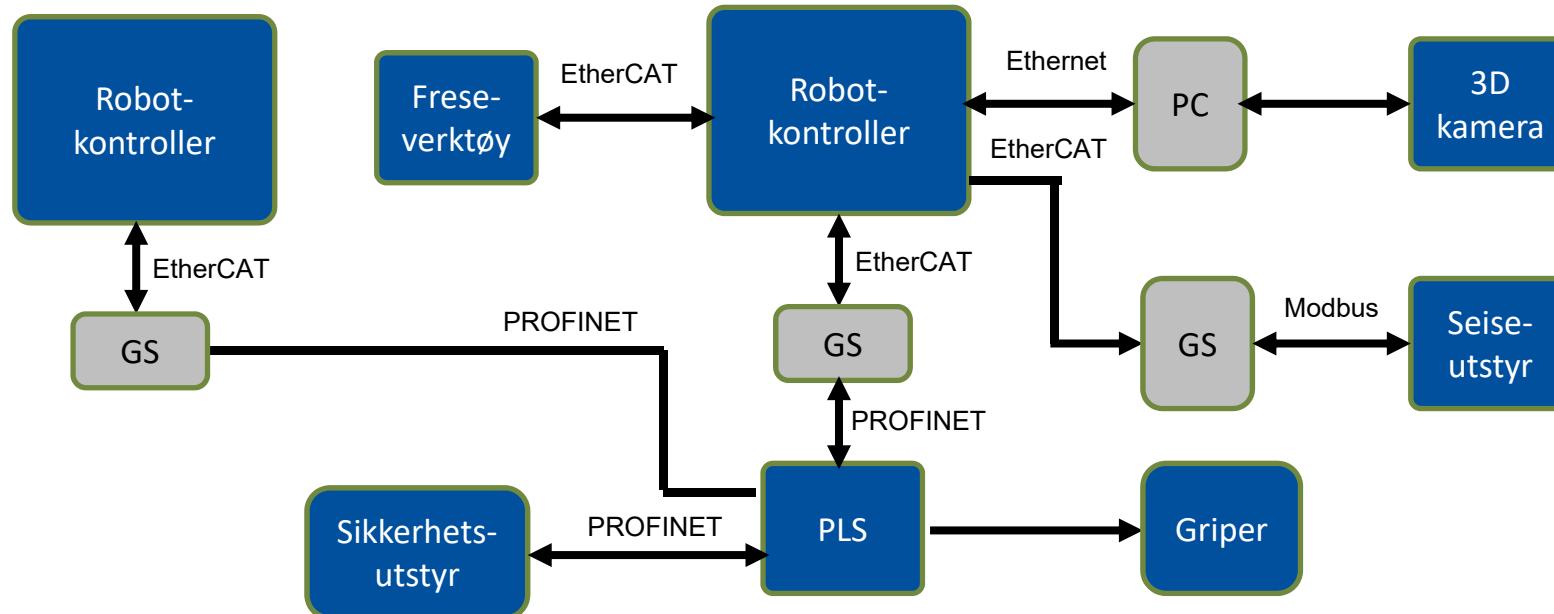


Utfordringer med innføring av robotisert produksjon

Problemer med dagens teknologi:

- Proprietære protokoller
- Betydelig engineering av avanserte celler
- Tidkrevende kalibrering og igangkjøring

Robotcelle ved MTP



Kyber-fysiske systemer

Kyber-fysiske systemer

- Et fysisk system med innebygd datakraft, sensorsystemer og tilkobling til Internet of Things
- Funksjonell integrasjon benyttes for å oppnå:
 - Automatisk tilkobling og konfigurering
 - Automatisk kalibrering
 - Styring ved kommandoer på høyt abstraksjonsnivå
 - Endring av funksjonalitet
 - Styring og regulering

Eksempler på kyber-fysiske systemer:

- Roboter
- AGV'er (mobilere roboter)
- Kamerasynteser



Digitale tvillinger

Digital tvilling: En digital kopi av en fabrikk

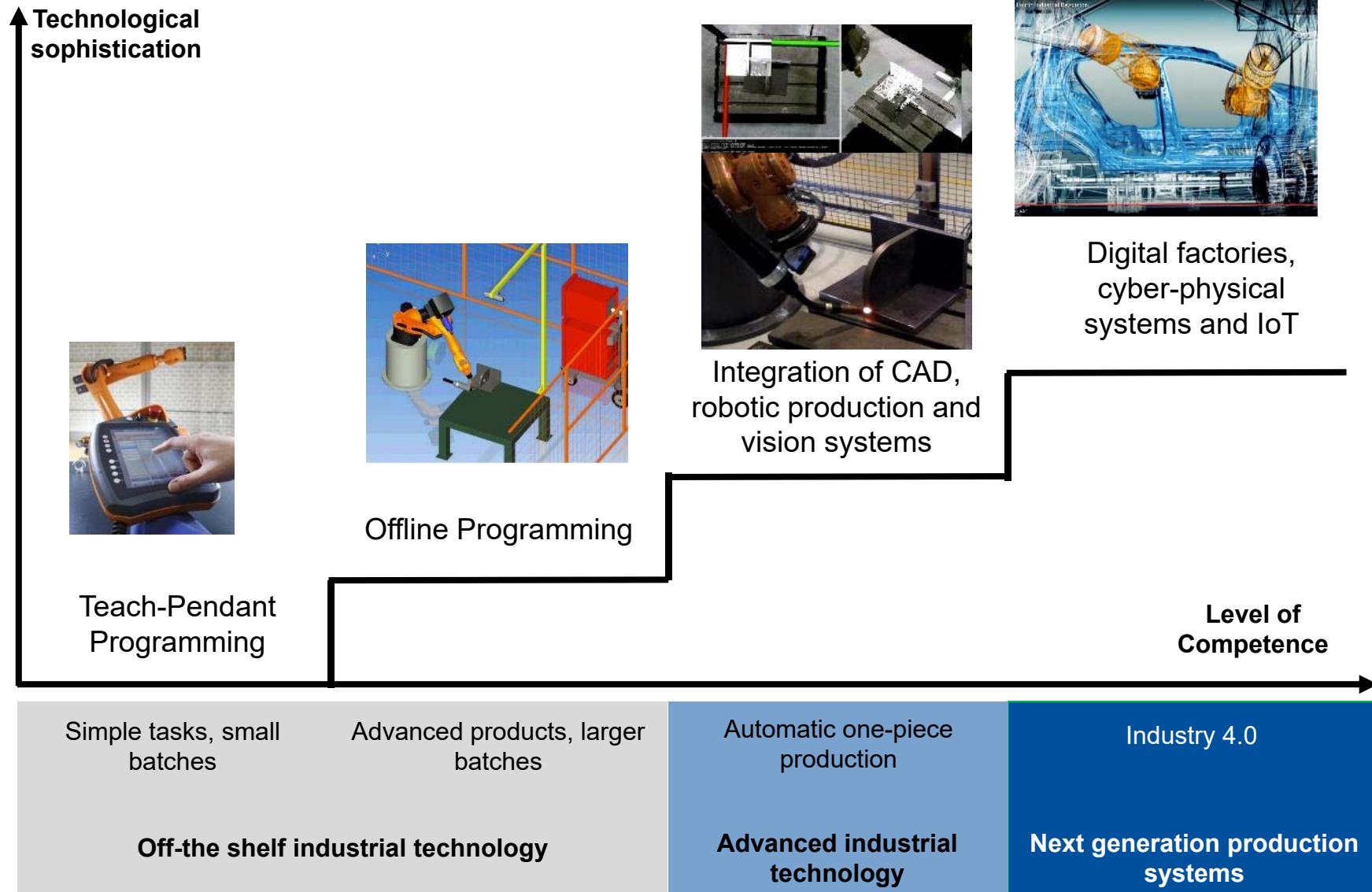
- Brukes til å simulere produksjon ved en fabrikk
- 3D-grafikk brukes hvor produksjonssystemet skannes eller tas fra CAD og BIM

Anvendelser

- Planlegging og design av en ny fabrikk eller en ny produksjonslinje
- Oppsett av robotceller
- Planlegging av logistikk og produksjon av produktvarianter
- Overvåking og styring av produksjon i sann tid for styring
- Rapportgenerering:
 - Gjennomløpstid for produkter
 - Kartlegging av flaskehalsar
 - Kapital bundet i lager
 - Utnyttelsesgrad av utstyr

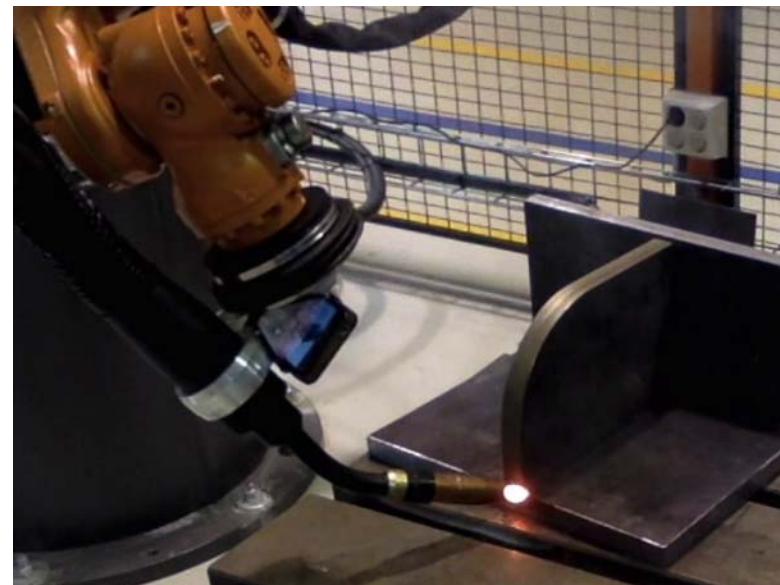
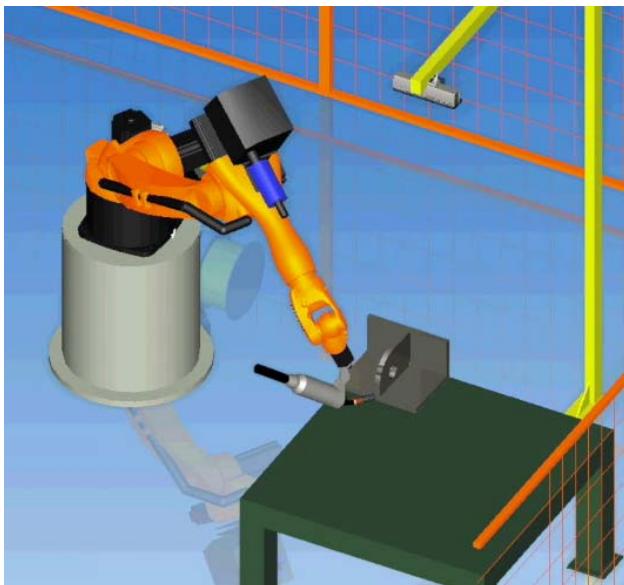


Robot Technology Levels



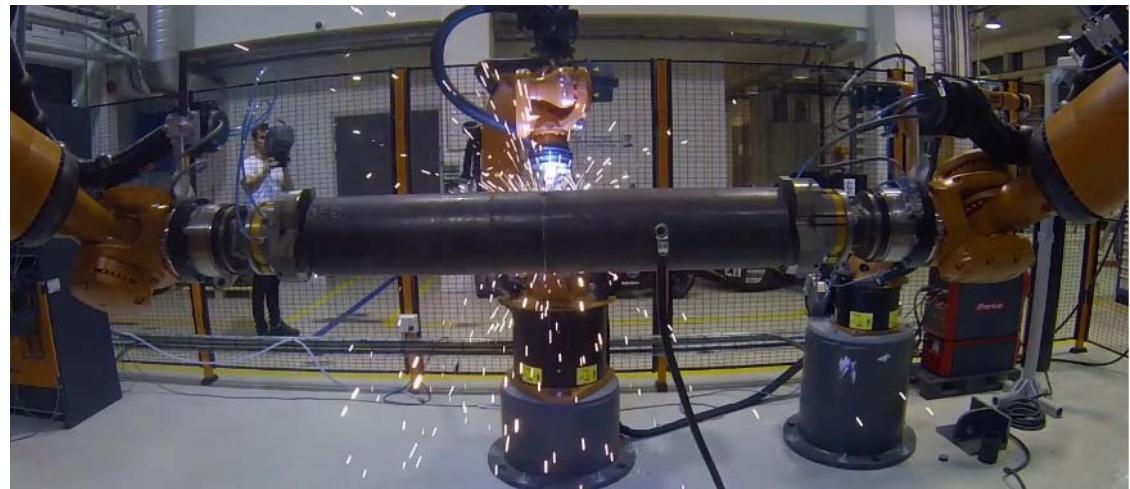
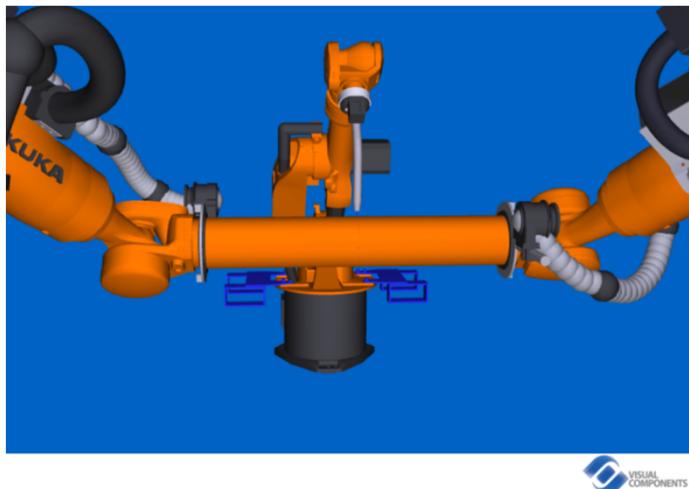
Off-line programmering av roboter

- Robotens arbeidsoperasjoner programmers i et 3-dimensjonalt grafisk system.
- Geometridata importeres fra CAD.
- Det ferdige robotprogrammet sendes over til robotens kontrollsysten for utførelse
- Parametriserte produksfamilier kan generere parametriserte robotprogram

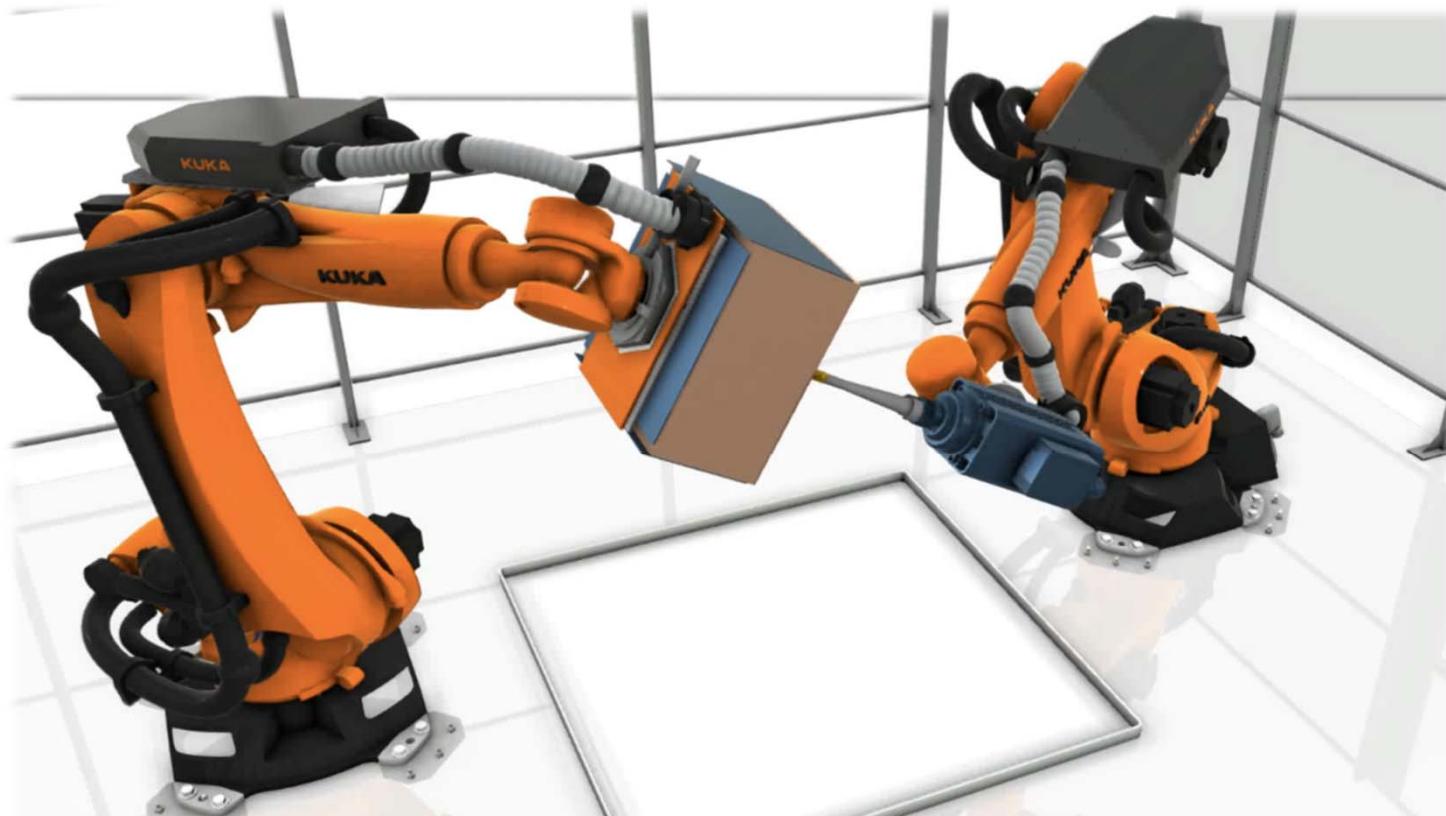


Integrated Design, Production and Documentation

- Integration of CAD systems and 3D simulation tools are available for production lines and robots
 - Siemens NX, Teamcenter and Tecnomatix Robot Expert
 - Dassault: CATIA and Delmia
 - Visual Components, KUKA.Sim, ABB Robot Studio
- Automatic production of product families based on CAD is possible
- Robot vision is used for calibration of geometry
- Welding parameters can be included in the CAD
- Metrology and documentation can be integrated



Robotisert fresing av støpeformer



Integrt prosess + robotisering = rask levering av ETO

CAD Design

Simulation and
Offline
Programming

Automatic
Vision-
Controlled
Production

Automatic
Metrology

Veien videre

- Satsing på produksjon ved NTNU: Trondheim, Ålesund og Gjøvik
- Søknad om nasjonalt laboratorium på produksjonsteknologi er fremmet
- Industrien fokuserer på produksjon i Norge, og vil robotisere for å lykkes
- Digitalisering og produksjon etter modell av Industri 4.0 vil gi lønnsom industri i Norge