

Demonstrationsfabrik Aachen

Industrial-Process-Mining für die digitale Wertstromanalyse

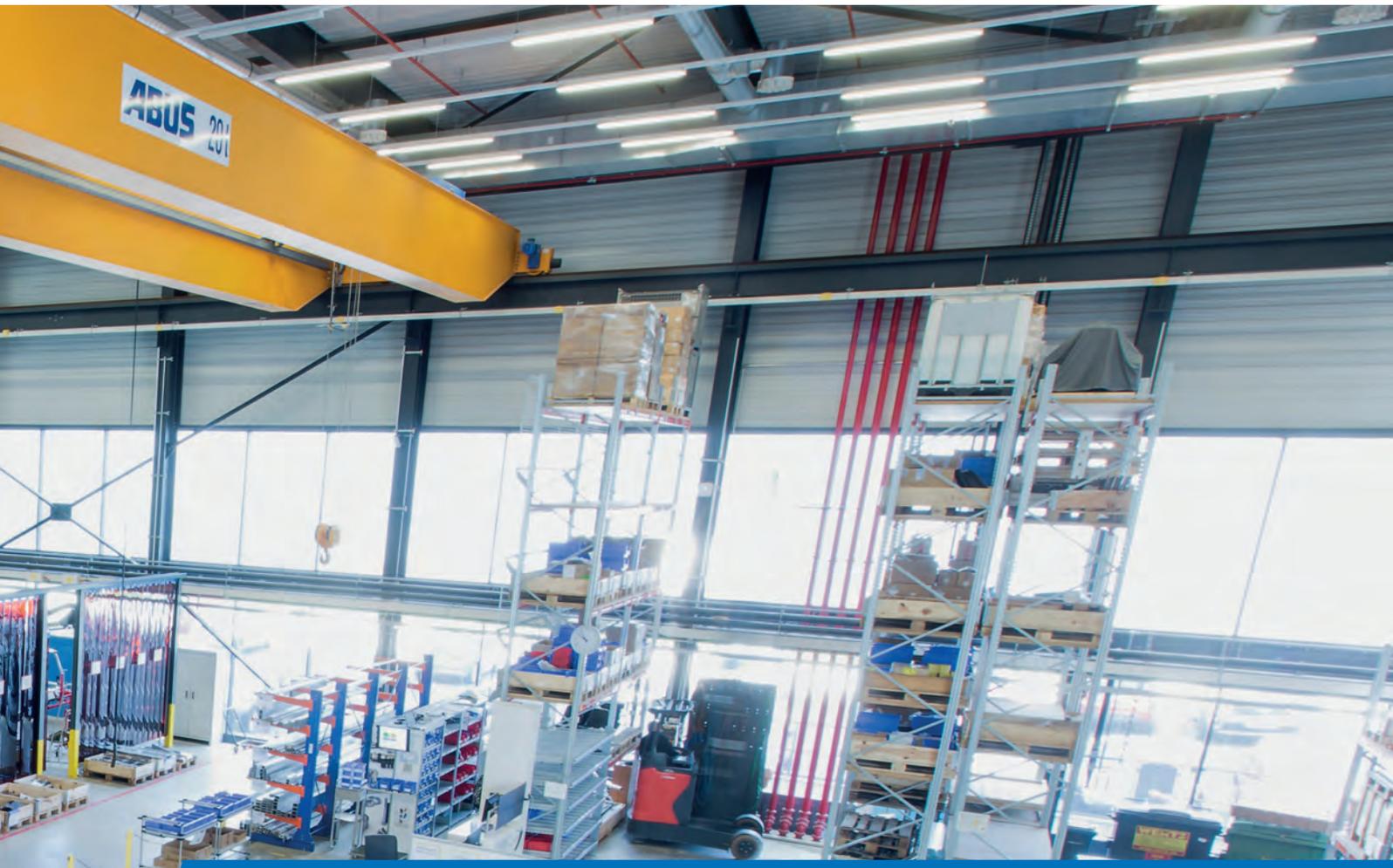
Industrie 4.0 umfasst nicht nur hochautomatisierte Maschinen und High-End-Technologien, sondern auch eine große Menge Daten und die dazugehörigen IT-Systeme. Die *DFA Demonstrationsfabrik Aachen GmbH* bietet einen Raum, in dem die abstrakten Industrie-4.0-Konzepte im realen Betrieb umgesetzt und präsentiert werden. Somit steht in der *DFA* Industrie 4.0 „zum Anfassen“ bereit. Nun wurde ein weiterer Usecase umgesetzt: Zusammen mit dem Kölner Unternehmen *ONIQ* wurde in der bereits bestehenden Infrastruktur die Industrial-Process-Mining-Software *IQ/A* implementiert, um Prozesse transparent zu machen und automatisiert zu analysieren. >



Demonstrationsfabrik Aachen

Industrial Process Mining for Digital Value Stream Mapping

Industrie 4.0 not only comprises highly automated machines and high-end technologies, but also a large amount of data and the associated IT systems. *DFA Demonstrationsfabrik Aachen GmbH* offers a space where abstract Industrie 4.0 concepts are implemented and presented in real-world operations. Thus, Industrie 4.0 can be experienced "hands-on" at the *DFA*. Now another use case has been implemented: Together with the Cologne-based company *ONIQ*, the industrial process mining software *IQ/A* was implemented in the existing infrastructure to make processes transparent and to analyze them in an automated way. >



RESHAPE MANUFACTURING

Use *IQ/A* to make processes in production and logistics visible, automatically identify their weaknesses and implement best practices.

» oniq.com

Auf den ersten Blick ist die *DFA Demonstrationsfabrik Aachen GmbH* ein ganz normaler Produktionsbetrieb. Im Rahmen der Lohnfertigung werden verschiedene Produkte aus Stahlblech gefertigt und montiert. Jedoch hat die *DFA* eine weitere Aufgabe: Als echte Produktionsumgebung auf dem *RWTH Aachen Campus* werden dort theoretische Konzepte praktisch umgesetzt und angewandt, mit dem Ziel, Innovationen voranzutreiben. Damit gilt die *Demonstrationsfabrik* im *Cluster Smart Logistik auf dem RWTH Aachen Campus* als DAS zentrale Reallabor der Aachener Produktionstechnik.

Das übergeordnete Ziel dieser Infrastruktur besteht in der engen Verzahnung von Praxis, Forschung und Weiterbildung. Im realen Produktionsbetrieb werden Usecases im Themenfeld von Industrie 4.0 umgesetzt, validiert und demonstriert. Öffentlich zugängliche Touren zeigen die Aktivitäten für Interessierte und Fachleute. Bis zu 15 000 Personen erleben hier jährlich Industrie 4.0 im echten Betrieb. Zu den Gästen zählen vor allem Vertreter:innen produzierender Unternehmen und IT-Lösungsanbieter sowie Forscher:innen, Berater:innen und Studierende. Durch die Demonstration innovativer Technologien in der *DFA* kann sowohl der Wissensstand der Industrie als auch die Sichtbarkeit dieser Technologien erhöht werden. Technologieanbieter kooperieren mit der *DFA*, um ihre Lösungen im echten Produktionsbetrieb zu testen und zu präsentieren. Diese Präsentation geschieht durch geführte Touren in der *DFA*. Wissenschaftler:innen aus den Instituten *FIR* und *WZL* fungieren als Tourguides und führen Besucher:innen die Usecases vor.

Die *Demonstrationsfabrik* stellt sich den aktuellen Megatrends in der industriellen Produktion. Einst gestartet mit der Darstellung der üblichen Prinzipien des Lean-Managements, bietet die *DFA* heute die Integration von Industrie 4.0 in den echten Produktionsbetrieb. In den kommenden drei Jahren liegt der Fokus verstärkt auf Remanufacturing im Rahmen der Kreislaufwirtschaft.

At first glance, the *Demonstrationsfabrik (DFA)* is a completely normal production facility. As a contract manufacturing service, various sheet-steel products are manufactured and assembled. However, the *DFA* has another task: at the real-world production environment on *RWTH Aachen Campus*, theoretical concepts are implemented and applied in practice, with the aim of driving innovations forward. Thus, the demonstration factory in the *Smart Logistics Cluster on RWTH Aachen Campus* is considered the main living lab of Aachen Production Technology.

The overarching goal of this infrastructure is to closely integrate practice, research, and further education. Industrie 4.0 use cases are implemented, validated, and demonstrated in real-world production operations. Guided tours of the facility for both the wider public and experts offer insights into the activities at the *DFA* where every year, up to 15,000 people experience Industrie 4.0 in real-world operations. Guests are mainly comprised of representatives of manufacturing companies and IT solution providers as well as researchers, consultants, and students. By demonstrating innovative technologies at the *DFA*, both the knowledge in the industry and the visibility of these technologies can be increased. Technology providers partner with the *DFA* to test and showcase their solutions in real production environments. They have the opportunity to present their solutions “hands on” in guided tours at the *DFA*. Researchers from *FIR* and *WZL* institutes serve as tour guides and demonstrate use cases to visitors.

The demonstration factory addresses the current megatrends in industrial production. Once launched to apply and illustrate the key principles of lean management, the *DFA* now offers the integration of Industrie 4.0 into real production operations. In the next three years, the focus will increasingly be on remanufacturing in the context of the circular economy.



Figure 1: Production hall of the *DFA Demonstrations Fabrik Aachen*

Mit Industrial-Process-Mining zum digitalen Wertstrom

Ein wesentlicher Baustein auf dem Weg zur schlanken und nachhaltigen Produktion ist Transparenz über die Effizienz der Prozesse. Mithilfe von Process-Mining können im Produktionsprozess anfallende Daten visualisiert werden und somit den Wertstrom digital abbilden. Hierdurch können Ineffizienzen in den Prozessen auf Knopfdruck sichtbar gemacht sowie die Kernursachen identifiziert werden.

Eine der Voraussetzungen für Process-Mining sind Prozessdaten, insbesondere die Rückmeldedaten aus der Auftragsabwicklung, oder sogenannte Eventlogs – Datenstrukturen, die die Aktivitäten eines Prozesses aufzeichnen, vor allem den Zeitstempel und die Aktivitätsbezeichnung. Durch die Rückmeldedaten und Eventlogs ist es möglich, einen Prozess chronologisch zu rekonstruieren und in einen Kontext zu setzen. Quellsysteme sind daher insbesondere Manufacturing-Execution-Systeme (MES) oder das Enterprise-Resource-Planning (ERP).

ONIQ bietet mit der Software IQ|A eine Lösung, um den Informations- und Materialfluss automatisiert mithilfe der Rückmeldedaten und Eventlogs zu erfassen und zu analysieren. Mit speziell für die Produktion entwickelten Process-Mining-Verfahren können aus diesen Daten die realen Wertströme rekonstruiert und ihre Effizienz im Hinblick auf unterschiedlichste Aspekte analysiert werden, z. B. Durchlaufzeiten, Bestände, Qualität oder Carbon-Footprint. Abweichungen von der Produktionsplanung, Ineffizienzen oder Verbesserungspotenziale werden so auf Knopfdruck sichtbar.

Industrial-Process-Mining in der Demonstrationsfabrik

Um die Funktionsweise von Process-Mining in einem Produktionsumfeld zu demonstrieren, entstand in der DFA Anfang des Jahres ein neuer Echtzeit-Usecase, der die Software IQ|A mit der bestehenden IT-Infrastruktur verbindet. Analog zum Materialfluss eines Werkstücks in der Produktion werden nun die Besucher-Touren in der DFA digital rekonstruiert und analysiert. Alle Touren werden live und anonym verfolgt und anschließend gemeinsam mit den Gästen ausgewertet. Die Daten für die Process-Mining-Analyse werden über einen Transmitter am Handgelenk der Tourguides erhoben, die in Echtzeit ihre Position übertragen. Jede im Rahmen der Tour besuchte Station repräsentiert einen „Arbeitsplatz“ im Produktionsablauf und wird nun automatisch in den digital erstellten Wertstrom übernommen. Im realen Produktionsprozess wird dieser digitale Wertstrom aus den Informationen der Prozesssteuerungssysteme (z. B. dem MES) erstellt und mit allen Informationen angereichert, die zur Analyse der Prozesseffizienz notwendig sind.



Figure 2: Antennas for the RTLS from UbiSense

With Industrial Process Mining to the Digital Value Stream

A key building block on the road to lean and sustainable production is transparency about the efficiency of processes. With the help of process mining, data generated in the production process can be visualized and thus digitally map the value stream. In this way, inefficiencies in the processes can be made visible at the push of a button and the core causes can be identified.

One of the prerequisites for process mining is process data, in particular feedback data from order processing, or so-called event logs – data structures that record the activities of a process, especially the time stamp and the activity name. The feedback data and event logs make it possible to reconstruct a process chronologically and place it in context. Source systems are therefore especially Manufacturing Execution Systems (MES) or Enterprise Resource Planning (ERP).

With its IQ|A software, ONIQ offers a solution to automatically capture and analyze the flow of information and materials using feedback data and event logs. Using process mining methods specifically developed for production, the real value flows can be reconstructed from this data and their efficiency can be analyzed with regard to a wide range of parameters, e.g. lead times, inventories, quality, or carbon footprint. Deviations from production planning, inefficiencies, or potential for improvement thus become visible at the push of a button.

Industrial Process Mining in the Demonstrationsfabrik

To demonstrate how process mining works in a production environment, a new real-time use case was created in the DFA at the beginning of the year, linking the IQ|A software to the existing IT infrastructure. Analogous to the material flow of a workpiece in production, visitor tours at DFA are now digitally reconstructed and analyzed. All tours are tracked live and anonymously and then evaluated together with the guests. The data for the process mining analysis is collected via a transmitter on the wrist of the tour guides, who transmit their position in real time. Each station visited during the tour represents a “workstation”



Figure 3: Transponder from Ubisense on the wrist

Um den digitalen Wertstrom und etwaige Schwachstellen sichtbar zu machen, bietet IQ|A verschiedene Visualisierungsmöglichkeiten. Kernelement jeder Process-Mining-Lösung ist ein intuitiver Prozessgraph, der die Prozessabläufe grafisch visualisiert und auswertbar macht. Auch in der DFA können die Gäste nun live anhand des Graphen beobachten, in welcher Reihenfolge die „Arbeitsplätze“ besucht wurden und welche Durchlauf- und Übergangszeiten angefallen sind. Neben der Analyse von Geschwindigkeiten bietet der reale Einsatz von Industrial-Process-Mining darüber hinaus noch viele weitere Transparenzvorteile, z. B. das Aufdecken und Analysieren von Engpässen, Materialmengen, Energieverbrauch oder Abweichungen von der Produktionsplanung. Zusätzlich zu der graphischen Analyse bieten automatisch generierte Kennzahlen und KI-Analysen tiefe Einblicke in die Grundursachen für etwaige Ineffizienzen.

Das Industrie-4.0-Ökosystem der DFA als Grundlage

Ein weiteres Ziel des Usecase ist es, zu zeigen, wie Industrial-Process-Mining mit in der DFA bereits bestehenden Technologien verknüpft werden kann. In der Demonstrationsfabrik kamen hierfür zwei Technologien zum Einsatz: das Real-Time-Location-System (RTLS) und die „Industrial Internet of Things (IIoT)“-Plattform ThingWorx von PTC.

Das in der DFA installierte RTLS besteht aus Transmittern, die an verfolgbare Objekte (wie Produkte oder Paletten) angebracht werden. Zusätzlich wurden in der Halle Antennen (s. Bild 2, S. 17) angebracht, die die Signale der Transmitter erfassen und abspeichern. Die Software berechnet im Hintergrund die Position eines Transmitters in der Halle und zeigt die Koordinaten entweder im Ubisense-System an oder überträgt diese per REST-Schnittstelle an weitere IT-Systeme. Die Tourguides können diese Transmitter am Handgelenk tragen; so wird die aktuelle Position in der Tour ohne explizite Rückmeldung oder Dateneingabe erfasst (s. Bild 3). Während das RTLS lediglich die Koordinaten der Transmitter übermittelt, übernimmt die IIoT-Plattform ThingWorx die Aggregation und Transformation der Daten. Den in der DFA umgesetzten Usecases wurden 13 Zonen in der Produktionshalle zugewiesen und auf dem

in the production process and is automatically transferred to the digitally created value stream. In a real production process, this digital value stream is created from the information of the process control systems (e.g. the MES) and enriched with all the information needed to analyze process efficiency.

To make the digital value stream and any possible weak points visible, IQ|A offers various visualization options. The core element of every process mining solution is an intuitive process graph that graphically visualizes the process flows and makes them evaluable. In the DFA, too, guests can now use the graph to observe “live” in which order the “workstations” were visited and which throughput and transition times were incurred. In addition to analyzing speeds, the real-world use of industrial process mining also offers many other transparency benefits, such as uncovering and analyzing bottlenecks, material quantities, energy consumption, or deviations from production planning. In addition to graphical analysis, automatically generated metrics and AI analysis provide deep insights into the root causes of any inefficiencies.

DFA's Industry 4.0 Ecosystem as a Foundation

Another goal of the use case is to show how industrial process mining can be linked to technologies already in place at the DFA. Two technologies were used in the demonstration factory for this purpose: the Real-Time Location System (RTLS) and the ThingWorx Industrial Internet of Things (IIoT) platform by PTC.

The RTLS installed in the DFA consists of transmitters attached to trackable objects (such as products or pallets). In addition, antennas (see Fig. 2, p. 17) were installed in the hall to detect and store the transmitter signals. The software calculates the position of a transmitter in the hall in the background and either displays the coordinates in the Ubisense system or transmits them to other IT systems via the REST interface. The tour guides can wear these transmitters on their wrists, so their current position in the tour is recorded without explicit feedback or data input (see Figure 3). While the RTLS only transmits the coordinates of the transmitters, the ThingWorx IIoT platform handles the aggregation and transformation of the data. The use cases implemented in the DFA were assigned 13 zones in the production hall and marked on the layout of the DFA. In RTLS, the corner points of the zones were measured in and corresponding zones were defined in ThingWorx. ThingWorx compares the position of a transmitter with the defined zones and thus identifies in real time whether a transmitter has left or entered a zone. This generates event logs of the transmitter movement in the DFA. These event logs are then stored in a PostgreSQL database via a REST interface. To give more context to the event logs, a Google form was set up where tour guides can register their tours and add further information, such as tour type, client, or number of guests.

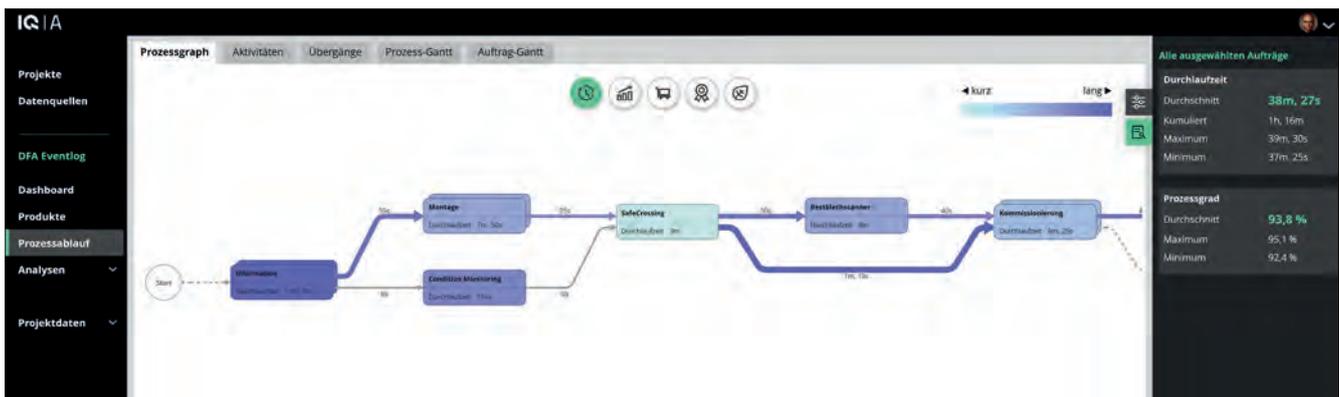


Figure 4: Process flow in the IQ/A software by ONIQ

Layout der DFA markiert. Im RTLS wurden die Eckpunkte der Zonen eingemessen und in ThingWorx wurden entsprechende Zonen definiert. ThingWorx vergleicht die Position eines Transmitters mit den definierten Zonen und identifiziert so in Echtzeit, ob ein Transmitter eine Zone verlassen oder betreten hat. Dadurch werden Eventlogs der Transmitterbewegung in der DFA generiert. Diese Eventlogs werden anschließend über eine REST-Schnittstelle in einer PostgreSQL-Datenbank gespeichert. Um den Eventlogs mehr Kontext zu geben, wurde ein Google-Formular aufgesetzt, in dem Tourguides ihre Touren registrieren und mit weiteren Informationen versehen können: z. B. Tourart, Auftraggeber oder Anzahl der Gäste.

Prozessoptimierung in das digitale Zeitalter überführen

Beim Einsatz in der DFA greift die Software IQ|A von ONIQ sowohl auf die Eventlogs in der Datenbank als auch auf die Metadaten der Touren, wie z. B. Anzahl der Teilnehmer je Tour, zu und verarbeitet diese zum digitalen Wertstrom (s. Bild 4). >

Transferring Process Optimization into the Digital Age

When used in the DFA, ONIQ's IQ|A software accesses both the event logs in the database and the metadata of the tours, such as the number of participants per tour, and processes them into a digital value stream (see Figure 4). The software not only evaluates individual tours, but also looks for hidden conspicuities or correlations that often only become apparent in the overall view when many different tours are analyzed over time. In intuitive dashboards and graphs, these correlations are visualized at the push of a button. In the DFA, visitors can see immediately how well their tour performed, e.g. in terms of throughput time (tour duration), process reliability (deviation from the planned standard tour), or transition times (movement between stations).

In real-world applications, material flows are tracked and visualized in this way. These analyses support various areas of a production company, e.g. decision makers from production management, process optimizers from lean management and operational excellence, as well as quality management, controlling, and ESG departments. >

PARTNERS



Hierbei werden nicht nur einzelne Touren ausgewertet; vielmehr sucht die Software nach verdeckten Auffälligkeiten oder Zusammenhängen, die sich oft erst in der Gesamtschau ergeben, wenn viele verschiedene Touren über die Zeit hinweg analysiert werden. In intuitiven Dashboards und Graphen werden diese Zusammenhänge auf Knopfdruck transparent gemacht. In der DFA erfahren die Besucher:innen auf diesem Wege sofort, wie „performant“ ihre Tour war, z. B. im Hinblick auf die Durchlaufzeit (Tourdauer), Prozessstreuung (Abweichung von der geplanten Standard-Tour) oder Übergangszeit (Bewegung zwischen den Stationen).

Im realen Einsatz werden auf diese Weise Materialströme verfolgt und visualisiert. Dabei helfen diese Analysen unterschiedlichsten Bereichen eines Produktionsunternehmens, z. B. Entscheidungsträgern aus dem Produktionsmanagement, Prozessoptimierern aus dem Lean Management und Operational Excellence sowie Qualitätsmanagement, Controlling und ESG-Abteilungen.

Mit dem umgesetzten Process-Mining-Usecase konnten in der DFA gleich mehrere Ziele erreicht werden:

- Erfolgreiche Umsetzung und Anwendung des Process-Minings – eines wichtigen Werkzeugs im digitalen Zeitalter für die Datenanalyse und -visualisierung
- Integration und Verbindung verschiedener Technologien zur Automatisierung der Informationslogistik als Definition von Industrie 4.0: Process-Mining, RTLS und IIoT-Plattform
- Process-Mining anschaulich zum Anfassen für alle Gäste der *Demonstrationsfabrik*

Haben wir Ihr Interesse geweckt und Sie wollen mehr über die *Demonstrationsfabrik* und die dort bearbeiteten Themenfelder erfahren? Dann melden Sie sich gerne bei uns!

fj · js

By implementing the Process Mining use case, it was possible to achieve several goals at the DFA at the same time:

- Successful implementation and application of process mining in a production environment – an important tool for data analysis and visualization in the digital age.
- Integration and combination of different technologies as a definition of Industrie 4.0: Process Mining, RTLS, and IIoT platform
- Demonstration of process mining for all guests of the *Demonstration Factory*

Have we piqued your interest? Do you want to learn more about the *Demonstration Factory* and the topics addressed there? Then please feel free to contact us!

fj · js

Contacts

Nikita Fjodorovs, M.Sc.

Project Manager · Department Production Management

FIR e. V. at RWTH Aachen University

Phone: + 49 241 47705-405

Email: Nikita.Fjodorovs@fir.rwth-aachen.de

Sebastian Junglas, M.Sc.

Project Manager

FIR Aachen GmbH

Email: Sebastian.Junglas@fir-aachen.gmbh

Yvonne Therese Mertens

CEO

ONIQ GmbH

Mobile: +49 152 090 191 93

Email: therese.mertens@oniq.com



**DEMOFABRIK
AACHEN**

Dr. Gregor Tücks

DFA Demonstrationsfabrik Aachen GmbH
Centerleiter

Mobile: + 49 241 51031-800

Email: info@demofabrik-aachen.de

DEMOFABRIK AACHEN (DFA)

In der DFA besteht die Möglichkeit, über eine Kooperation als Technologiepartner einzusteigen. Hierbei stellt das Partnerunternehmen seine technische Lösung der DFA-Infrastruktur zur Verfügung, welche von den Mitarbeitern der DFA genutzt werden kann. Die DFA bindet die technische Lösung in ihr Touren-Portfolio ein und gewährt dem Technologiepartner Zugang zur Infrastruktur, z. B. für Marketingzwecke. Sprechen Sie uns bei Interesse gerne an!