

dialog

Die Zeitschrift für Freunde und Mitarbeiter des Unternehmens Lachmann & Rink

Augmented Reality

[ɔ:g'mentrd ɹɪ'æltɪ]

Markt und Arbeitskultur sind im Umbruch. Erfolgreiche Unternehmen setzen zunehmend auf Agilität, Flexibilität und Vernetzung. Dies erfordert optimale Unterstützung durch neue Technologien, denn Wettbewerbsvorsprünge sind insbesondere durch innovative, neue Geschäftsfelder zu erreichen. Der Zugang zu hochkomplexen Technologien muss sich dabei jedoch am Menschen ausrichten und nicht – wie in der Vergangenheit oft geschehen – der Mensch an der Technik. Durch erweiterte bzw. gemischte Realitäten wie z. B. Augmented Reality (AR) werden Bedienkonzepte dem Menschen in seiner gewohnten Umgebung präsentiert und sind dadurch intuitiv nutzbar. Lachmann & Rink beschreitet mit einem eigenen AR-Team frühzeitig diesen Weg. [Wollen Sie uns begleiten?](#)



L&R eröffnet Standort in Dortmund

Wir sind erfolgreich auf Wachstumskurs und möchten die Dienstleistungsbereiche [Technologische Beratung](#) und [Innovationsprojekte](#) weiter ausbauen – und das nicht nur an unserem Hauptsitz in Freudenberg, sondern ab Juni 2018 auch am neuen Zweit-Standort in Dortmund. Die direkte Nähe zur Technischen Universität ist ideale Voraussetzung, Trends frühzeitig zu erkennen und daraus Innovationen für unsere Kunden zu entwickeln.

Der Einsatz neuer Technologien und die Etablierung von Innovationsprojekten erlangen bei unseren Kunden einen immer größeren Stellenwert – kein Wunder, denn wer Markt- und Technologieführer sein (und bleiben) will, muss innovativ sein und Neues als Erster umsetzen. Gerne bringen wir unser breitgefächertes Know-how, langjährige Erfahrung und natürlich unsere Manpower ein, um auch Sie auf diesem Weg zu begleiten.

In der nächsten Ausgabe werden wir Ihnen unser neues Büro im Dortmunder Technologiezentrum näher vorstellen –
[seien Sie gespannt!](#)

Ausgabe 44/2018

Gute Gründe für Lachmann & Rink

01

Wir sind ein wichtiger Faktor für Ihren Erfolg.

Leistungsfähige Hardware und Software bestimmen mehr denn je Funktion, Erfolg und Wettbewerbsfähigkeit Ihrer Systeme, Maschinen und Anlagen.

02

Profitieren Sie von unserer Erfahrung.

Seit mehr als 30 Jahren steht Lachmann & Rink für kreative, kundenspezifische Lösungen im industriellen Umfeld. Uns gab es übrigens schon, als Personal Computer, MTV und CDs den Markt erobereten und Mobiltelefone noch klobige Kisten mit Tragegriff waren.

03

Einer für alles.

Setzen Sie auf durchdachte Konzepte statt auf einzelne Insellösungen. Bei uns erhalten Sie maßgeschneiderte Hardware und Software aus einer Hand – ganz nach Ihrem Bedarf.

04

Wir können was!

Interdisziplinäres Arbeiten ist unsere Stärke. Gebündeltes Wissen aus verschiedenen Fachbereichen und Branchen sind Garant für innovative Lösungen auf höchstem Niveau.

05

Kompetente, ehrliche Beratung.

Gerne zeigen wir Ihnen, was alles möglich ist und entwickeln gemeinsam mit Ihnen passende Lösungen. Wir sagen Ihnen aber auch, wenn sich etwas nicht umsetzen lässt. Denn Ehrlichkeit währt am längsten.

06

Jenseits vom Standard.

Wir sind spezialisiert auf kundenspezifische Hard- und Software im industriellen Umfeld. Das bedeutet für Sie: Wo Standards an ihre Grenzen stoßen, setzen wir an.



Augmented Reality: Vom Hype zur Anwendung in der Industrie



Veränderung, Flexibilität und Technologisierung fassen zurzeit wohl am ehesten die Situation zusammen, die die gesamte Industrie bewegt. Globales Ziel ist es, sowohl der Dynamisierung der Märkte und Anforderungen als auch den unheimlich schnellen Innovationssprüngen mit Flexibilität zu begegnen. Dazu werden Vorgehensmodelle agiler gestaltet, um z. B. über gelebte Fehlerkultur im Prototyping schneller zu neuen Lösungen zu kommen. Verteilte Teams werden über Kollaborations-Plattformen zusammengeführt, um ortsunabhängig Expertise zu bündeln. Technologielösungen müssen so entwickelt werden, dass sie intuitiven Zugang für jedermann bieten. Die Zeiten von schweren Benutzerhandbüchern und aufwändigen Softwareschulungen sind vorbei. Siri, Alexa und Amazon Echo zeigen einen Trend zur künstlichen Intelligenz und Sprachsteuerung in Serienreife an. Hersteller erweitern ihre Produkte um Software und bieten darüber digitalen Mehrwert. Verbunden mit diesen Trends werden zahlreiche Technologien buzzword-artig und inflationär publiziert. Eine davon ist „Mixed Reality“ – und sie hat das Potenzial, alle Markttrends zu vereinen. Doch was ist das eigentlich für eine Realität?

Hintergrund – was ist „Mixed Reality“?



Die „echte Realität“ ist uns von Anfang an bewusst: Alles, was wir mit unseren eigenen Sinnen wahrnehmen können und tatsächlich physisch vorhanden ist, fällt in diese Kategorie.

Virtual Reality ist seit vielen Jahren aus der Spieleindustrie bekannt. Hier werden künstliche Realitäten neu erschaffen, in denen sich der Mensch „frei“ bewegen kann. Hierzu kommen geschlossene Brillen-Systeme zum Einsatz, die die physische Realität des Menschen ausblenden und durch eine virtuelle Welt ersetzen.

Im täglichen Arbeitsleben ist Virtual Reality jedoch nur eingeschränkt nutzbar, da so z. B. bei der Maschinenbedienung die reale Maschine gar nicht mehr gesehen werden könnte. Diese auszublenden ist aber oft nicht zielführend und wirft zudem sicherheitstechnische Fragen auf. Genau an dieser Stelle punktet Augmented Reality (AR), denn hier wird die physische Realität mit virtuellen Inhalten angereichert. Der Bediener nimmt sein Umfeld wahr und kann sich darin frei bewegen. Das AR-Produkt reichert diese Umgebung mit zusätzlichen Informationen an - und zwar dort, wo sie benötigt werden und im Wortsinn bereichernd sind.

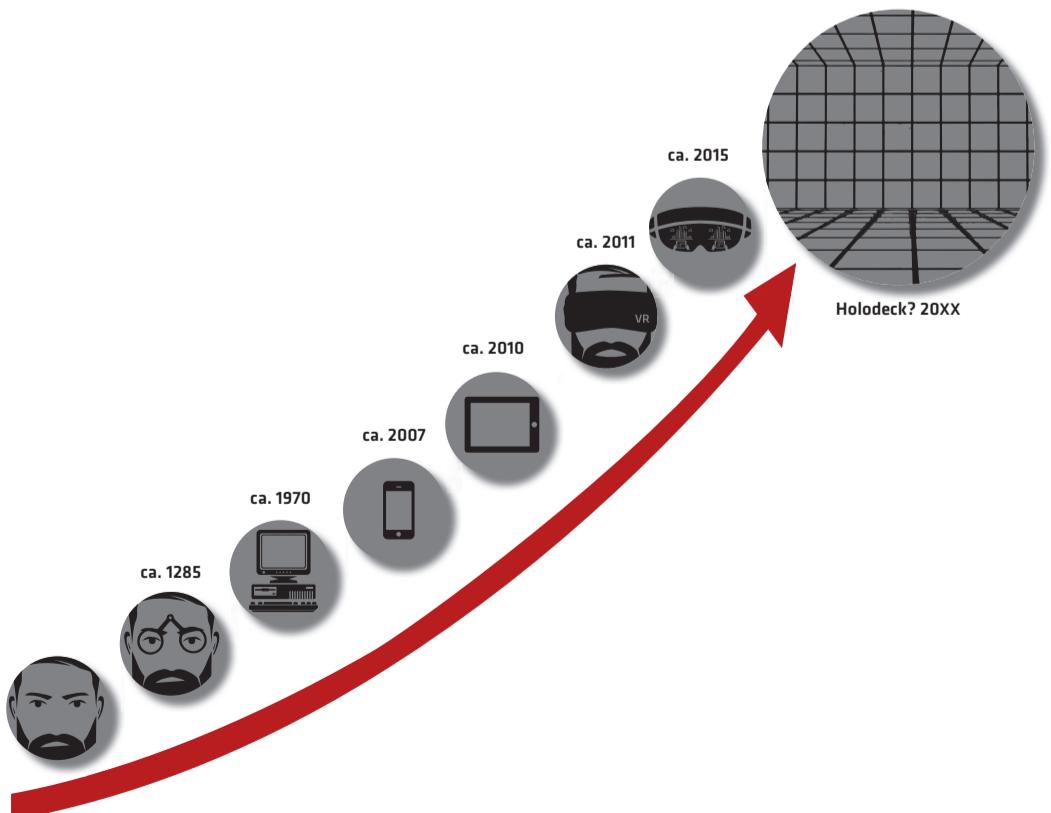
Die Ko-Existenz dieser drei Realitätsformen fassen wir zusammen als „Mixed Reality“ – die gemischte Realität. Nach einem kurzen Ausflug in die Entstehungsgeschichte beschäftigen wir uns dann intensiver mit Augmented Reality, denn sie hat wohl das größte Potenzial für industrielle Anwendungen.

Gemischte Realität – wirklich so neu?

Die visuelle Wahrnehmung unserer Umgebung über die Augen ist seit jeher gewissermaßen die Basislösung. Mit der Erfindung der Brille setzte der Mensch erstmalig eine Technologie oder vielmehr ein Hilfsmittel ein, um visuelle Wahrnehmungslücken wieder zu schließen.

Mit dem Computerzeitalter ergab sich die Möglichkeit, unseren Schreibtisch zu erweitern. Zunächst mit schweren Terminals, später erlaubten uns flache Monitore Arbeiten in virtuellen Erweiterungen unserer Realität durchzuführen. Mit Aufkommen und Weiterentwicklung der

Smartphones und Tablets verschwammen die Grenzen zwischen den Realitäten zunehmend. Seit kurzem ermöglichen Apple und Google nun, das Smartphone auch zur **Vermischung von echter und virtueller Realität** zu nutzen. Über die eingebaute Kamera und Lokalisierungssensoren können Objekte in einem Raum platziert werden (man denke hier zum Beispiel die App „IKEA Place“). Nachteil: Der Anwender muss das Endgerät festhalten und hat die Hände nicht frei. Um diesen Umstand zu umgehen, brachte Microsoft die HoloLens auf den Markt – zunächst nur für Entwickler, inzwischen frei verkäuflich im eigenen Shop. Mit Hilfe einer leistungsstarken Brille kann man mit der HoloLens komfortabel dreidimensionale Objekte im Raum platzieren, den Anwender navigieren und anleiten oder mit anderen Brillen kommunizieren. Weitere Anbieter kündigen noch für 2018 ebenfalls AR-Brillen an, die der MS HoloLens gleichwertig oder sogar überlegen sein sollen. Wie weit wir vom Holodeck des Star Trek-Kosmos wirklich noch entfernt sind, werden die nächsten Jahre wohl zeigen.



Der Mensch nutzt seit vielen Jahrhunderten Technologien zur Erweiterung seiner optischen Möglichkeiten...
... die Zyklen zwischen Schlüsselerfindungen werden jedoch kürzer!

Anwendungsfälle für Augmented Reality

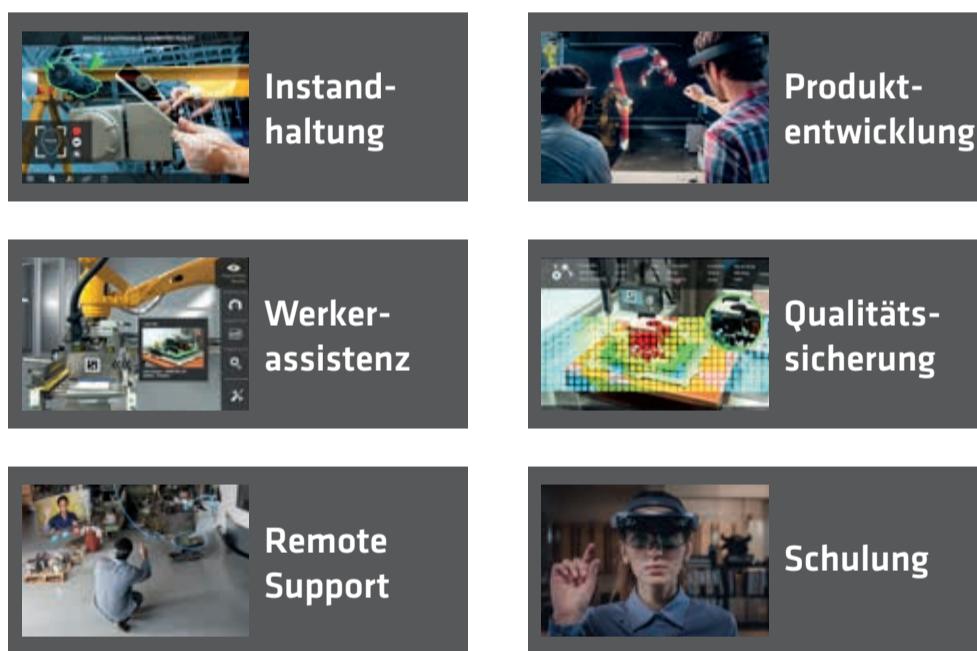
Von Einzel-Daten am Ort der Messung...



Ziel von AR-Technologien im industriellen Umfeld ist es, verteilte Daten für den Benutzer so zusammenzuführen und zu visualisieren, dass sie im Idealfall der menschlichen Wahrnehmung entsprechen. Soll heißen, dass Daten zu einem Objekt in der Realität auch genau an diesem dargestellt werden. Bisher war das nicht der Fall: Maschinendaten sind häufig am Display der Maschine oder innerhalb eines Leitstands einzusehen. Auftragsdaten liegen in ERP-Systemen auf vorhandenen PC-Anwendungen. Qualitäts- und Messdaten werden an Messgeräten oder Prüfstandsanwendungen betrachtet.

Mit Augmented Reality ist es möglich, diese Daten aus den unterschiedlichen Systemen integriert an oder auf das jeweilige Objekt zu projizieren. Das macht es für den Anwender einfacher und die Arbeit wird effizienter.

Im Zuge unserer Beteiligung am Forschungsprojekt Cyberrüsten 4.0 (vgl. dialog 43) und daraus resultierenden Gesprächen mit zahlreichen Kunden und Interessenten haben sich für uns sechs primäre Anwendungsfälle für AR in der Industrie herauskristallisiert.



In der **Instandhaltung** können Service-Techniker für komplexe Maschinen und Anlagen alle notwendigen Informationen bei sich führen und auch bei kundenindividuellen Installationen optimal durch den Prozess geleitet werden. Die Informationen können zielgerichtet angezeigt werden und der Techniker hat beide Hände frei. Die notwendige Dokumentation ist in digitaler Form immer dabei und kann dem Techniker als Assistent dienen.

Produktionsmitarbeiter werden – unabhängig von Betriebszugehörigkeit und Sprache – über **Werker-Assistenz-Systeme** in die Lage versetzt, flexibel jede Maschine im Betrieb zu bedienen. Die personelle Betreuung durch andere Fachkräfte kann stark reduziert werden. Über optische Sensoren erkennt das Endgerät z. B. die Position des Anwenders an der Anlage, die Lage von eingelegten Werkstücken, genutzte Werkzeuge u. Ä. Der Werker erhält vom System Feedback zu seiner aktuellen Arbeit, Informationen zu den noch durchzuführenden Schritten inklusive Navigation an der Maschine und im Raum. Die Installation zahlreicher Bildschirme in der Fertigung kann in diesem Szenario ebenfalls entfallen, da die dargestellten Informationen innerhalb des AR-Gerätes angezeigt werden.

Der globale Einsatz von Mitarbeitern im technischen **Support** inklusive Reiseaufwand, Materiallogistik und Dokumentation ist sehr kostenintensiv. Durch optimales Zusammenschalten von Vor-Ort-Personal und Experten in einer Zentrale können Fehlerbehebungen und Inbetriebnahmen budgetschonend und zügiger durchgeführt werden. So kann z. B. ein Monteur vor Ort eine AR-Brille tragen und über das WLAN-Modul der Brille eine Remote-Verbindung zu einem Experten des eigenen Unternehmens oder des Herstellers aufnehmen. Über die in der Brille verbauten Kameras sieht der Kontaktierte dann genau das, was der Mitarbeiter vor Ort auch sieht. Zudem kann der hinzugezogene Experte Informationen in das Sichtfeld des Vor-Ort-Technikers einblenden (z. B. Pfeile auf die Verkabelung von Komponenten, Schaltpläne etc.) und damit gleichwertig unterstützen, als wäre er selbst dabei. Als Nebeneffekt wird der betroffene Mitarbeiter vor Ort zudem weiter qualifiziert.

Die Herstellung von Testmodellen, Mock-Ups und Prototypen ist ebenfalls zeit- und kostenintensiv. Viele Fragestellungen in der **Produktentwicklung** lassen sich jedoch ebenso an einem digitalen Zwilling klären. Mit lebensgroßen 3D-Modellen können Entwickler gemeinsam und in realer Umgebung Produktdesign und Konstruktion prüfen – und das standortunabhängig. So lassen sich z. B. Maschinen im 1:1-Maßstab an der geplanten Position im Werk aufstellen und begutachten. Die Konstrukteure können im 3D-Modell dann direkt erkennen, ob die neue Maschine sich optimal in die Fertigungslinie und die räumlichen Gegebenheiten eingliedert. Auch hier können ortsunabhängig weitere Experten zugeschaltet werden.

In der **Qualitätssicherung** gibt es oft Medienbrüche, da Messergebnisse, Checklisten u. Ä. auf unterschiedlichen Systemen laufen. Mit Augmented Reality ist es möglich, Messwerte und weitere Informationen direkt an oder auf dem Prüfling anzuzeigen und Interaktion zu ermöglichen. So kann z. B. die Temperaturverteilung auf einer elektronischen Komponente direkt angezeigt werden. Strukturrisse auf mechanischen Komponenten (die zuvor von Sensoren ermittelt wurden) werden dem Anwender direkt auf dem Produkt virtuell angezeigt.

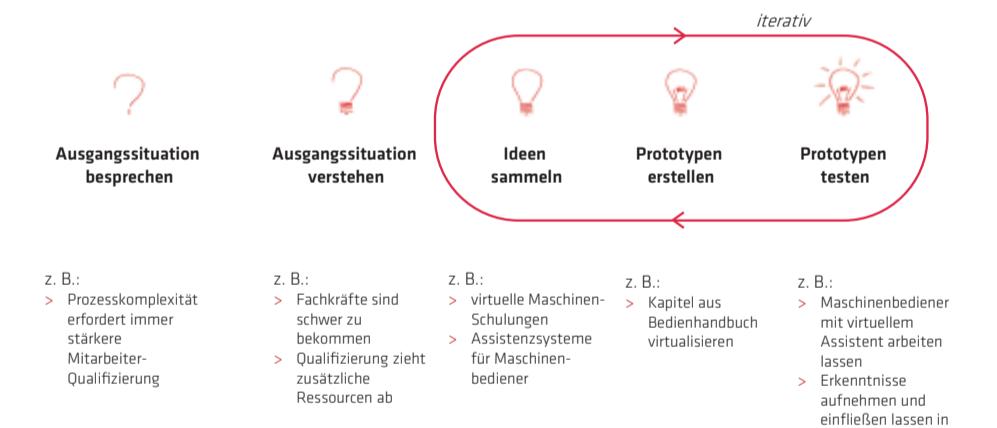
Für Produkt-**Schulungen** bedarf es in der Regel eigener Schulungszentren und physischer Schulungssysteme. Mit AR wird die Schulung standortunabhängig. Außerdem können große Teile der Fortbildungen am digitalen Zwilling des Produktes durchgeführt werden, was Schulungskosten stark reduziert.

Und jetzt? - So nutzen Sie AR für sich

Augmented Reality im industriellen Kontext hat hohes Potenzial, steckt aber noch in den Kinderschuhen, da insbesondere die Hardware noch nicht serienreif ist. Dieser Umstand wird sich aber wohl innerhalb der nächsten zwei Jahre grundsätzlich ändern. Microsoft wird sicherlich eine Weiterentwicklung der HoloLens herausbringen, die insbesondere die Schwächen des bisherigen Prototyps (hohes Gewicht und eingeschränktes Sichtfeld) beseitigen wird. Auch bei der Akku-Laufzeit wird einiges zu erwarten sein. Ein weiterer und derzeit sehr gehypter Anbieter – Magic Leap – kündigt eine AR-Brille an, die in Kürze erscheinen und nach eigenen Aussagen die Microsoft HoloLens übertreffen soll. Und auch Apple wird sicherlich nicht mehr lange auf sich warten lassen. Es dürfte also Leben in den AR-Markt kommen.

Doch bei aller Euphorie: Nicht immer ist eine AR-Brille unbedingt notwendig. Es gibt Anwendungsfälle, für die einfache Datenbrillen völlig ausreichen. Und wenn freie Hände nicht zwingend notwendig sind, kann zunächst schon eine AR-App für Smartphone oder Tablet zielführend sein.

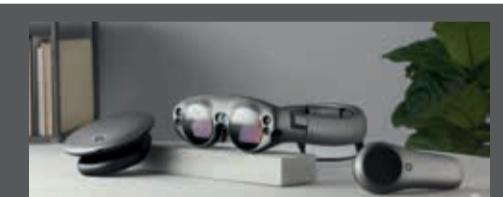
Da die Technologien in diesem Bereich noch jung sind, empfehlen wir bewusst ein sehr agiles Vorgehen. Als erfahrener Sparring-Partner der Industrie unterstützen wir Sie gerne dabei, Ihre Anforderungen zu bestimmen, die passende Technologie auszusuchen und über funktionsfähige Prototypen zu einer Lösung zu gelangen, die Ihre Prozesse nachhaltig verbessert.



Microsoft HoloLens

Das zurzeit einzige Produkt am Markt, das alle Anforderungen an ein AR-Endgerät im Bereich der Industrie erfüllt, ist die HoloLens von Microsoft. Sie ermöglicht echte gemischte Realität im 3-dimensionalen Raum, als Brille sorgt sie für freie Hände und mit einem kompakten und leistungsstarken Rechner benötigt sie keine zusätzliche Hardware.

- ⇒ Vollwertiger, mobiler Windows 10-Rechner
- ⇒ Sprachsteuerung
- ⇒ Optische Sensoren (Multi-Kameras)
- ⇒ Lichtsensoren
- ⇒ Holographic Processing Unit 1.0
- ⇒ Akku für 2 - 3 Std. aktive Nutzung
- ⇒ Gewicht: 579 g



Magic Leap One

Ein vielversprechendes Start-Up-Unternehmen aus Florida hat angekündigt, in 2018 eine neue Augmented-Reality-Brille als Creator Edition (sprich zunächst nur für Entwickler) auf den Markt zu bringen. Finanziert wird das Unternehmen von einer Gruppe von Investoren, denen unter anderem auch Google gehört.

- ⇒ Anders als bei der HoloLens verteilt man hier Visualisierung und Rechenpower auf zwei Geräte, was insbesondere bzgl. Gewicht ein Vorteil ist.
- ⇒ Technische Daten waren zu Redaktionsschluss dieser Ausgabe noch nicht verfügbar.

Wir gratulieren unseren Jubilaren!

Auch in 2017 konnten wir wieder drei Arbeitsjubilare bei Lachmann & Rink feiern – und traditionsgemäß gehört ihnen die Rückseite unseres dialoges. Lernen Sie nachfolgend unsere beiden Software-Entwickler Ralf Sentker (25-jähriges Jubiläum) und Rainer Hohmann sowie Martin Moosbrucker aus der Auftragssachbearbeitung (beide zehn Jahre bei L&R) näher kennen.



Von links nach rechts: Martin Moosbrucker, Ralf Sentker, Rainer Hohmann.

Auf nunmehr fast schon 26 Jahre Projekterfahrung bei L&R kann **Ralf Sentker** zurückblicken, der am 01.04.1992 bei Lachmann & Rink begonnen hat. Und das ist nicht nur ein gutes Vierteljahrhundert bei, sondern ausschließlich Lachmann & Rink – Ralf ist direkt nach Abschluss seines Elektrotechnik-Studiums an der Universität Siegen zu uns gekommen und seitdem hat der Diplom-Ingenieur nie den Arbeitgeber gewechselt (worauf wir natürlich besonders stolz sind!). Als studentische Hilfskraft im Fachbereich Technische Informatik brachte Raf bereits fundierte Kenntnisse in der Entwicklung von Windows-Applikationen in den Programmiersprachen C und C++ mit. Zudem hatte er schon für ein Ingenieurbüro gearbeitet, um sich sein Studium zu finanzieren.

Wer jetzt meint, es sei über die Jahre nicht sonderlich abwechslungsreich, immer für denselben Arbeitgeber zu arbeiten, der irrt, denn Ralf hat stets für sehr unterschiedliche Kunden entwickelt. Kleiner Auszug aus seinen Wirkungsbereichen gefällig? Vom Produktionsplanungssystem für Verpackungsmaschinen, Leitstands-, Steuerungs- und Reporting-Software über ERP-Systemanbindungen und verschiedenste Bedienoberflächen bis hin zur Firmware-Entwicklung für intelligente Schaltersysteme oder einem Roboterhood-Steuerungssystem für eine automatische Wafer-Produktion war Ralf schon an so manchem Projekt (bzw. dessen Weiterentwicklung) beteiligt und hat sich ein breites Branchen-Fachwissen aufgebaut.

Ralf ist – ebenfalls seit 1992 – verheiratet und hat zwei 17- und 15-jährige Kinder. Wenn er nicht gerade mit seinem Sohn am Moped bastelt, arbeitet er gerne im Garten, fährt Fahrrad oder liest.

Seit dem 01.07.2007 arbeitet **Rainer Hohmann** in unserem „VMS“-Team, das seit mehr als 30 Jahren die komplexen

Steuerungen der Schubert-Verpackungsmaschinen entwickelt. Hierbei gehören vor allem die Bedienrechner der Verpackungsmaschinen sowie ein Programmiersystem und OPC-Server für Fremdgeräte zu seinen Kernkompetenzen.

Rainer hat 1991 sein Studium der Allgemeinen Elektrotechnik an der Universität Siegen abgeschlossen (war also quasi schon zu Studienzeiten Ralf Sentkers Kollege) und danach 16 Jahre als Softwareingenieur bei Micromatik (heute UNICO Deutschland) Individual-Software entwickelt. Dabei hatte er sich u. a. auf Visualisierungen mit Anbindung an Fremdsysteme und Prozessautomatisierungen mit Leitrechnersystemen spezialisiert – eine sehr gute Basis für seine mittlerweile über zehnjährige Tätigkeit bei L&R.

Die PC- und Mikrocontroller-Programmierung lässt ihn auch in seiner Freizeit nicht ganz los, verbunden mit einem großen Interesse für Hausautomation. Ansonsten bearbeitet Rainer gerne Holz, fährt Motorrad oder verreist mit dem Wohnmobil. An Bord ist dann übrigens seine Frau Regina, die sogar schon ein bisschen länger als ihr Mann im VMS-Team arbeitet und die „Hüterin“ des L&R Qualitätswesens ist. Der gemeinsame 27-jährige Sohn geht derweil seine eigenen Wege.

Fast zeitgleich mit Rainer hatte **Martin Moosbrucker** am 15.07.2007 seinen ersten Arbeitstag bei Lachmann & Rink. Der gelernte IT-Kaufmann ist bei uns in verschiedenen Bereichen tätig: In der Auftragssachbearbeitung laufen sämtliche Bestellungen über seinen Schreibtisch (und den seiner Kollegin) und er hat ein wachsames Auge auf die Einhaltung von Lieferterminen und Lieferzeiten. Darüber hinaus unterstützt Martin unser Technik-Team in der Fertigung und Prüfung sowie bei Wareneingangs- und Warenausgangstests. Als Sicherheitsbeauftragter verantwortet der 45-Jährige in unserem Unternehmen alles rund um Arbeits-, Gesundheits- und Brandschutz.

In seiner Freizeit zieht es den gebürtigen Siegener und zweifachen Familienvater nach draußen. Er liebt seinen Garten, hält sich mit Joggen fit und nutzt jede günstige Gelegenheit zum Bergsteigen. Das Rothaargebirge ist da natürlich keine große Herausforderung, für Martin dürfen es schon die Viertausender in den Alpen sein.

Vielen Dank für eure langjährige Treue, wir freuen uns auf viele weitere Jahre der Zusammenarbeit mit euch!

Noch mehr gute Gründe für Lachmann & Rink

07 Exklusivität.

Insiderwissen bleibt selbstverständlich im Haus. Daher heißt Treue für uns auch Konkurrenzaußschluss.

08 Manpower.

Unsere Größe macht uns zu einem verlässlichen Partner und sichert Ihnen die zeitnahe Umsetzung Ihrer Projekte.

09 Gemeinsam zum Ziel.

Wir sind Partner, nicht Konkurrent Ihrer eigenen Entwicklungsabteilung. Indem Sie uns frühzeitig in Ihren Problemlösungsprozess einbinden, sichern Sie sich optimal auf Sie zugeschnittene Lösungen.

10 Engpässe? Nicht mit uns!

Sie haben eine Idee, wissen aber nicht, wie diese umgesetzt werden kann? Oder Ihnen fehlen die Ressourcen zur Umsetzung? Wir sind nur einen Anruf entfernt!

11 Wir denken langfristig.

Viele unserer Kunden begleiten wir bereits seit Jahren bzw. Jahrzehnten. So wachsen aus einzelnen Projekten stetige Neu- und Weiterentwicklungen – meist durch die gleichen eingespielten und erfahrenen Teams.

12 Wir sind hartnäckig.

Nicht immer führt der direkte Weg zum Ziel. Innovationen zu entwickeln bedeutet auch, Neuland zu betreten und Herausforderungen zu meistern. Gut, wenn man dann einen starken Partner an seiner Seite weiß, der mit Know-how, Ehrgeiz und Erfahrung überzeugt.

Und jetzt Sie!

Sie sehen: Es gibt immer einen guten Grund, sich für Lachmann & Rink zu entscheiden. Wir sollten uns also kennenlernen!



IMPRESSUM

dialog: Zeitschrift für Kunden, Mitarbeiter und Freunde des Unternehmens Lachmann & Rink

Herausgeber: Lachmann & Rink
Ingenieurgesellschaft für Prozessrechner- und Mikrocomputeranwendungen mbH
Hommewiese 129, 57258 Freudenberg
Telefon 02734 2817-0
info@lachmann-rink.de
www.lachmann-rink.de

Verantwortlich für den Inhalt i. S. d. P.: Claudius Rink

Autoren: Vanessa Barthelmes, Michael Stinn

Layout & Druck: Zimmer Digital & Print
Kalkofenstraße 19, 57413 Finnentrop



Bildnachweis:

Industrial 4.0 Augmented reality concept © zapp2photo / fotolia
connection tablet augmented reality connection © georgejmclittle / fotolia
Seite 2 oben: freedesignresources.net
Icons Grafik Technologietrends © pbpig & Ivan Ryabokou / 123RF
robot android women © jim / fotolia
android robot wearing vr headset © phonlamaiphoto / fotolia
robot finger pointing © phonlamaiphoto / fotolia
Icons Seite 2 re. Spalte: Zimmer Digital & Print
new and powerful metalworking machine © terex / fotolia
Contemporary Room Workplace Office Supplies Concept © Rawpixel / fotolia
Oszilloskop © refresh(PIX) / fotolia
Industrial 4.0, AR and smart logistic concept © zapp2photo / fotolia
Industry 4.0 concept © zapp2photo / fotolia
Smart logistic warehouse technology © zapp2photo / fotolia
Portrait of a ... female using AR © daniilvolkov / fotolia
Abbildungen Microsoft HoloLens, Remote Support und Produktentwicklung
© Microsoft Corporation
Abbildung MagicLeap One © MagicLeap
Foto Jubilare und Grafiken © Lachmann & Rink

Auflage:

1.700
dialog erscheint unregelmäßig ein bis zwei Mal pro Jahr. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Fotos wird keine Haftung übernommen.