



Auf der Reise ins Verborgene

Mission Visibility: Wandstärkenminderungen und Materialunregelmäßigkeiten in der Kerntechnik und im industriellen Umfeld

Im Jahr 2020 wurden europaweit verschiedene Projekte mit den Ultraschall-Prüfrobotern von INSPECTOR SYSTEMS durchgeführt und dies bei völlig unterschiedlichen Rahmenbedingungen wie z. B. hoher Strahlenbelastung in Kernkraftwerken, in verschmutzten Fernwärmerohrleitungen im urbanen Bereich oder auch in erdverlegten Gasleitungen. Alle diese Projekte unter verschiedenen Rahmenbedingungen machten eine spezifische Roboter-

funktionalität erforderlich. Basierend auf der INSPECTOR SYSTEMS Rohrroboter-Technologie bestehen die selbst angetriebenen und kabelgebundenen Ultraschall-Prüfroboter aus mehreren Antriebseinheiten, Elektroniköpfen und einem Ultraschall-Prüfmodul, welche durch flexible Faltenbälge miteinander verbunden sind. Mittels einstellbarer Vorspannung werden die mit einer speziellen Gummibeschichtung versehenen

Reibrollen der Antriebseinheiten pneumatisch gegen die Rohrinnenwand gedrückt und sorgen für den Vortrieb innerhalb der Rohrleitung. Dadurch wird der Roboter im Rohr stabilisiert/zentriert und kann anwendungsbedingt in Vorwärts- / Rückwärts-Richtung mehrere Bögen mit Biegeradius $\geq 1.5D$, vertikale Abschnitte $\pm 90^\circ$, Durchmesserreduzierungen, sowie Abzweigungen durchfahren. Durch hohen Bieungsgrad wird ein Einsetzen in das Rohrsystem

durch enge und eingeschränkte Zugänge, z.B. offene Ventile, Flansche usw. ermöglicht. Ein Spezialkabel (mit speziellen Kevlar-Elementen, um den Roboter im Bedarfsfall auch sicher wieder aus der Rohrleitung zu ziehen) vom Roboter zur Steuer- und Auswerteeinheit außerhalb, dient zur Spannungs-/Luftversorgung, Datenübermittlung, Ansteuerung usw. Neben den Steuer- und Ultraschallsignalen wird auch eine separate Wasserleitung zur

On a journey into the unknown

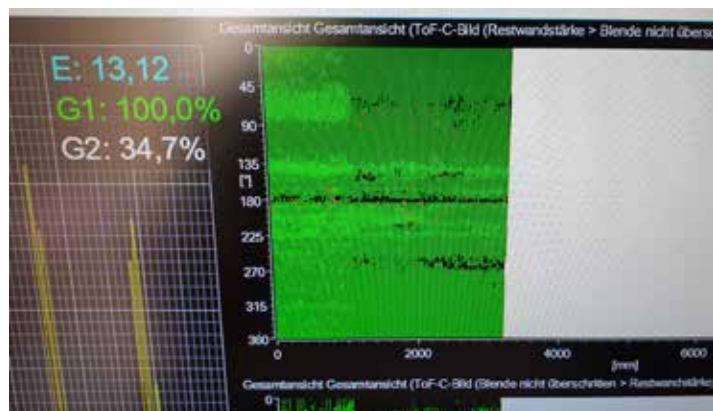
Mission Visibility: Wall thickness reductions and material imperfections in nuclear technology and in industrial environments

Throughout Europe in 2020, various projects were carried out with ultrasonic inspection robots from INSPECTOR SYSTEMS under completely different conditions, such as high radiation exposure in nuclear power plants, in soiled district heating pipelines in urban areas or in buried gas pipelines. All these projects under different framework conditions required a

specific robot functionality. Based on the INSPECTOR SYSTEMS pipe robot technology, the self-driven and cable-connected ultrasonic inspection robots consist of several drive units, electronic pots and an ultrasonic inspection module, which are connected to each other by flexible bellows. By means of adjustable pre-tension, the friction rollers of the drive units, which

are provided with a special rubber coating, are pneumatically pressed against the inner wall of the pipe and provide the propulsion within the pipeline. This stabilises / centres the robot in the pipe and, depending on the application, it can traverse several bends with a bending radius $\geq 1.5D$, vertical sections $\pm 90^\circ$ and diameter reductions as well as branches in the forward /

reverse direction. A high degree of bendability enables insertion into the pipe system through narrow and restricted accesses, for example, open valves, flanges, etc. A special cable (with special Kevlar elements to pull the robot safely out of the pipeline if necessary) from the robot to the control and evaluation unit outside is used for voltage / air supply, data transmission, control,



unabhängigen Ankopplung der Ultraschallprüfköpfe mitgeführt. Die Länge des Kabels beträgt bis zu 300 Meter und ist auf einer motorischen Kabeltrommel mit entsprechenden Schleifringen aufgewickelt. Die Kabeltrommel wird wiederum an der Steuereinheit des Ultraschallprüfroboters angeschlossen. Das von INSPECTOR SYSTEMS entwickelte Ultraschall-Prüfmodul besteht aus zwei bis acht Ultraschallprüfköpfen, die als Array innerhalb einer speziellen Wasservorlaufkammer angebracht sind. Diese Ultraschallprüfköpfe werden kardatisch gelagert und federbelastet gegen die Rohrwand gefahren. Eine mit Wasser gefüllte und mit separatem Wasserzulauf ausgestattete Wasservorlaufkammer aus gleitfähigem Kunststoff sorgt hierbei für einen kontinuierlichen Abstand und die Ankopplung des Ultraschalls an die Rohrwand. Je nach Anwendungsfall können Prüfköpfe mit verschiedenen Geometrien, Einfallswinkeln oder Frequenzen eingesetzt werden. Was konkret bedeutet, dass mit dieser Technologie auch ungefüllte Rohrleitungen geprüft werden können. Die Prüfköpfe selbst und der Anstellmechanismus sind auf einer Dreheinheit montiert. Diese Dreheinheit ist zwischen zwei pneumatisch wirkenden Zentriereinheiten, welche speziell für die Rohrinneprüfung entwickelt wurden, gelagert.

Einsatz der Ultraschall-Prüfroboter europaweit in Kernkraftwerken sowie in verschiedenen städtischen Versorgungsleitungen über und unter der Erde

Im Jahr 2020 wurden verschiedene Typen der oben beschriebenen Ultraschallprüfroboter in mehreren Projekten im In- und Ausland eingesetzt. Hierbei prüfte ein „kleiner“ Vertreter der Produktpalette mit einem Durchmesser von nur 100 Millimetern verschiedene kontaminierte Rohrleitungen in einem europäischen Kernkraftwerk. Andere Typen von Ultraschallprüfrobotern prüften Fernwärmeleitungen in deutschen und französischen Städten auf Leckagen und wiederum andere Typen von Ultraschallprüfrobotern erkundeten erdverlegte Gasrohrleitungen mit dem Durchmesser DN 600. Alle Projekte konnten erfolgreich abgeschlossen werden, wobei die einzelnen Rohrroboter unter verschiedensten schwierigen äußeren Rahmenbedingungen zum Einsatz kamen. Egal ob hohe Strahlenbelastung oder unterirdisch vergrabene Leitungen im städtischen oder industriellen Umfeld: Mit Hilfe der Ultraschallroboter-Technologie von INSPECTOR SYSTEMS war es möglich, die Integrität der verschiedensten Rohrleitungen zu bestimmen, die ansonsten auf Grund der schwierigen Rahmenbedingungen im Verborgenen geblieben wäre.

etc. In addition to the control and ultrasonic signals, a separate water line is also carried for the independent coupling of the ultrasonic probes. The length of the cable is up to 300 m and is wound on a motorised cable drum with appropriate slip rings, thereby, the cable drum is in turn connected to the control unit of the ultrasonic inspection robot. The ultrasonic inspection module developed by INSPECTOR SYSTEMS consists of two to eight ultrasonic probes mounted as an array within a special water supply chamber. These ultrasonic probes are mounted on gimbals and moved against the inner wall of the pipe under spring load. A water-filled water inlet chamber made of low-friction plastic ensures a constant distance and the coupling of the ultrasound to the inner wall of the pipe. Depending on the application, probes with different geometries, angles of incidence or frequencies can be used. What this means in concrete terms is that unfilled pipelines can also be tested using this technology. The probes themselves and the adjustment mechanism are mounted on a rotating unit. This rotating unit is mounted between two pneumatically acting centring units which have been specially developed for internal pipe inspection.



Use of the ultrasonic inspection robots throughout Europe in nuclear power plants as well as in various urban supply lines above and below ground

In 2020, various types of the ultrasonic testing robots described above were used in several projects at home and abroad. Here, a „small“ representative of the product range with a diameter of only 100 millimetres tested various contaminated pipelines in a European nuclear power plant. Other types of ultrasonic inspection robots inspected district heating pipelines in German and French cities for leaks, and in turn other types of ultrasonic inspection robots explored buried gas pipelines with a diameter of DN 600. All projects, in which the individual pipe robots were used under a wide variety of difficult external conditions, were successfully completed. No matter whether high radiation exposure or underground buried lines in urban or industrial environments: With the help of INSPECTOR SYSTEMS ultrasonic robot technology, it was possible to determine the integrity of various pipelines which would otherwise have remained hidden due to the difficult conditions.

Herausforderungen vor der Küste Brasiliens

Laser-Roboter von INSPECTOR SYSTEMS vermessen Innenkontur von Rohren

Tiefseerohre werden meist genutzt, um Erdöl, Erdgas oder Wasser über große Distanzen zu transportieren. Sind diese Transportmedien hochkorrosiv, wird das Rohrinne mit einer korrosionsbeständigen Legierung (Corrosion Resistant Alloy, CRA) geschützt. Dabei gibt es Unterschiede: ist die Legierung metallurgisch mit dem Trägerstahl verbunden, handelt es sich um plattierte- bzw. ummantelte Rohre (Clad Pipes). Man spricht von ausgekleideten Rohren (Mechanically Lined Pipes) wenn eine korrosionsbeständige Hülse in den Trägerstahl eingesetzt wird - auch Pipe-In-Pipe genannt. Beides hat seine Vor- und Nachteile. Hat man sich für eine Art entschieden, gilt es, die internationalen Vorschriften und Standards hinsichtlich Designs und Materialauswahl für den Bau der Pipeline einzuhalten. Besonders wichtig hierbei sind Prüfungen und Verifizierungen unterschiedlichster Art im Vorfeld, um die Unversehrtheit bei späterer Belastung sicherzustellen, denn Leckagen dürfen in der Öl- und Gasindustrie nicht vorkommen.

Ein herausforderndes Projekt

Die Verlegung von Tiefseerohren auf dem Meeresgrund sind grundsätzlich mit Herausforderungen verbunden, insbesondere mit zunehmender Wassertiefe. Der Auftraggeber von INSPECTOR SYSTEMS beherrscht die Kunst, starre Rohre von höchster Stabilität auf Spulen aufzuwickeln, bevor sie zur Verlegung auf die offene See gebracht werden. Im sogenannten R-Verfahren, R-Lay oder auch Reel-Lay, eine der effektivsten Installationsmethoden von Rohrleitungen für Offshore-Öl-/Gaswendungen, werden in der Regel zwölf Meter lange einzelne Rohrstücke zu mehreren Kilometer langen Strängen auf einer sogenannten „Spoolbase“ an Land zusammengeschweißt und für den Transport zum Verlegeort im

Meer auf eine riesige Trommel eines Schiffes aufgespult. Bei der Offshore-Verlegung wird das Rohr dann wieder abgespult, gerichtet und auf dem Meeresboden versenkt. Durch die hohen mechanischen Anforderungen des Auf- und Abspulens, beschränkt sich dieses Verlegeverfahren aktuell auf kleine und mittlere Rohrgrößen im Bereich von 3 bis 16 Zoll. Was aber gilt es hierbei zu beachten bzw. herauszufinden? Bei der Trommelverlegung werden wiederholt plastische Dehnungen (Formänderungen) unterschiedlicher Größe in eine Rohrleitung eingebracht, welche in der Folge die Materialeigenschaften verändern. Ein im Allgemeinen irreversibler Prozess, der sowohl die Festigkeit als auch die Zähigkeit des Materials beeinflussen kann. Um die Auswirkungen auf das Material bewerten zu können und um sicherzustellen, dass das strukturelle Rohrverhalten auch den Beanspruchungsanforderungen entspricht, werden vorab umfangreiche Tests auf Zug, Druck, Alterung etc. durchgeführt sowie Spulenwicklungen simuliert.

INSPECTOR SYSTEMS erfährt eine Bestätigung für seine Erfahrung und Qualität

Aufgrund der langjährigen Erfahrung und der bekannten Produktqualität wurde INSPECTOR SYSTEMS und seine hochpräzise Laserroboter-

Technologie von einem weltweit führenden Anbieter von Lösungen in der Öl- und Gasindustrie für oben genannte Vorfeldtests für eine definierte Prüfungsthematik beauftragt. Dabei handelte es sich um die Vermessung der Innenkontur ausgekleideter Tiefseerohre mit Hilfe der Lasertechnologie zur Beurteilung und Verifizierung für die spätere Verlegung im Meer. Der Hintergrund ist die bevorstehende Erschließung eines riesigen Öl- und Gasfeldes vor der Küste Brasiliens. An seinen Produktionsstandorten in Europa und Nordamerika führte der Kunde Simulationen von Biegezyklen an den zur Verlegung bestimmten Rohrtypen der Größe 6-, 8-, 10- und 12 Zoll durch. Hierbei wurden 12-Meter-Testrohre eines Rohrtyps auf einer Biegevorrichtung mit dem identischen Biegeradius, wie dem der Trommel auf dem Schiff, eingerichtet. Die Simulation umfasste anschließend mehrere Biegezyklen und das anschließende Richten des Rohres. Dabei kann der Prozess des Biegens der Rohre für das Spulen dazu führen,

dass sich z. B. die Legierung löst oder die Ovalisierung des Rohres übermäßig zunimmt, was höchst unerwünscht ist. Die Ovalisierung eines Rohres ist ein Schlüsselparameter für Tiefseeanwendungen. Sie beeinflusst extrem die Fähigkeit des Rohres, dem Bersten unter äußerem Druck zu widerstehen.

Präzise Messdaten zur sicheren Auswertung

Um die dafür benötigten Messdaten zu erlangen, kamen spezielle Laser-Roboter von INSPECTOR SYSTEMS zum Einsatz. Bestehend aus einer Antriebseinheit mit Encoder-Wegmessung und einem um 360° rotierbaren Laser-Messkopf mit hochauflösender Inspektionskamera wurden, abhängig von der Position im Testrohr, in Abständen von 5 bis 10 Millimetern



hunderte von Querschnittsmessungen in einem Testrohr durchgeführt, um das Verhalten der Ovalität vor-, während- und nach dem Biegen bzw. Richten beurteilen zu können. Die Messung selbst erfolgte mittels Lasertriangulation, d. h. bei diesem Verfahren sendet ein Sensor einen Lichtpunkt auf die Rohrinnefläche und das reflektierte

Licht trifft wiederum im Sensor in einem speziellen Winkel auf eine Empfängerzelle. Je nach Distanz ändert sich der Einfallswinkel und somit die Position des Lichtpunktes. Bei jeder Querschnittsmessung wurde somit während der Kreisrotation des Laserpunktes entlang der Rohrinnefläche, entsprechend der gewünschten

Auflösung, die Abstände von 450 bis 1.000 Messpunkten mittels Winkelmessung erfasst und daraus die Daten zur Beurteilung des Innenprofils geliefert. Ein integriertes Inclinometer zur Erfassung eventueller Neigungsänderungen sorgte zudem für zusätzliche Validität der Messwerte. Die Laser-Roboter verrichteten ihre Arbeit

denkbar einfach und zuverlässig, dass der Kunde die Bedienung und Auswertung nach Fortschritt des Projektes selbst übernahm.

Deep-sea pipes – challenges off the coast of Brazil

Laser robots from INSPECTOR SYSTEMS measure the inner contours of pipes

Deep-sea pipes are mostly used to transport crude oil, natural gas or water over long distances.

If these transport media are highly corrosive, the inside of the pipe is protected with a corrosion-resistant alloy (CRA). In this there are differences: If the alloy is metallurgically bonded to the carrier steel, the pipes are plated or clad pipes. Pipes are referred to as mechanically lined pipes when a corrosion-resistant sleeve is inserted into the carrier steel - also called pipe-in-pipe.

Both have their advantages and disadvantages. Once a type has been chosen, it is necessary to comply with the international regulations and standards regarding designs and material selection for the construction of the pipeline. Particularly important here are tests and verifications of various kinds in advance to ensure the integrity under subsequent load because leaks must not occur in the oil and gas industry.

A challenging project

The laying of deep-sea pipes on the seabed is fundamentally fraught with challenges, especially as water depth increases. The client of INSPECTOR SYSTEMS is an expert in the art of winding rigid pipes of the highest stability onto spools before they are taken to the open sea for laying. In the so-called R-method, R-lay or also Reel-lay operations, one of the most effective installation methods

of pipelines for offshore oil / gas applications, normally, twelve-meter-long individual pipe sections are welded together on land to form strands several kilometres long on a so-called „spoolbase“ and spooled onto a huge drum of a ship for transport to the installation site in the sea. During offshore installation, the pipe is then uncoiled again, straightened and sunk onto the seabed. Due to the high mechanical stresses of spooling and uncoiling, this installation method is currently limited to small and medium pipe sizes in the range of 3 to 16 inches. But what needs to be considered or found out here? In drum laying, plastic expansions (changes in shape) of different sizes which subsequently change the material properties are repeatedly introduced into a pipeline. A generally irreversible process that can affect both the strength and toughness of the material. In order to be able to evaluate the effects on the material and to ensure that the structural pipe behaviour also meets the stress requirements, extensive tests are carried out in advance for tension, pressure, ageing, etc. and coil windings are simulated.

INSPECTOR SYSTEMS receives confirmation of its experience and quality

Due to its many years of experience and well-known product quality, INSPECTOR SYSTEMS and its high-precision laser robot technology was commissioned by

a leading global provider of solutions in the oil and gas industry for the above-mentioned pre-field tests for a defined testing topic. This involved measuring the internal contours of lined deep-sea pipes with the aid of laser technology for assessment and verification for subsequent installation in the sea. The background is the imminent development of a huge oil and gas field off the coast of Brazil. At its production sites in Europe and North America, the customer carried out simulations of bending cycles on the 6, 8, 10 and 12 inch pipe types destined for installation. Here, 12-metre test pipes of one type of pipe were set up on a bending device with the identical bending radius as that of the drum on the ship. The simulation then included several bending cycles and the subsequent straightening of the tube. In doing so, the process of bending the tubes for spooling can cause, for example, the alloy to loosen or the ovalization of the tube to increase excessively, which are highly undesirable. The ovality of a pipe is a key parameter for deep-sea applications. It extremely influences the pipe's ability to resist bursting under external pressure.

Precise measurement data for reliable evaluation

To obtain the measurement data required for this, special laser robots from INSPECTOR SYSTEMS were used. Consisting of a drive unit with encoder dis-

placement measurement and a 360° rotatable laser measuring head with a high-resolution inspection camera, depending on the position in the test pipe, hundreds of cross-section measurements were carried out in a test pipe at intervals of 5 to 10 mm in order to be able to assess the behaviour of the ovality before, during and after bending or straightening. The measurement itself was carried out by means of laser triangulation, that is, in this method a sensor sends a point of light onto the inner surface of the pipe and the reflected light in turn hits a receiver cell in the sensor at a special angle. Depending on the distance, the angle of incidence, and thus the position of the light spot, changes. For each cross-section measurement, the distances of 450 to 1,000 measuring points were recorded by means of angle measurement during the circular rotation of the laser spot along the inner surface of the pipe, according to the desired resolution, and from this the data for the assessment of the inner profile was supplied. An integrated inclinometer for recording any changes in inclination also ensured additional validity of the measured values. The laser robots performed their work so simply and reliably that the customer himself took over the operation and evaluation as the project progressed.

ATM-Modul schafft Vielfalt bei der Inspektion in der Öl- und Gasindustrie

Komplexe Entwicklung: Explosionssicheres Robotersystem ATEX Zone 0 für nicht molchbare Rohrleitungen

Die interne Inspektion und Prüfung von nicht molchbaren Rohrsystemen, z.B. der Verteilerinfrastruktur von Gas-Benzin- oder Ölleitungen, sind oftmals mit herkömmlich mediengetriebenen Inspektionstools nicht möglich oder in der Praxis nur sehr aufwendig zu realisieren und dementsprechend kostenintensiv. Um dieses Problem zu lösen, suchte ein bekannter russischer Tier 1-Konzern aus der Öl- und Gasindustrie weltweit nach einer optimalen Lösung, was letztendlich INSPECTOR SYSTEMS (Deutschland) und TUBOT (Russland), beides Spezialisten für die Entwicklung und Herstellung von Rohrrobotern, zu einem gemeinsamen Entwicklungsprojekt bewegte.

Nach einer über zweijährigen Entwicklungsphase und intensivem Austausch der Projektbeteiligten unter erschwerten Bedingungen der Covid19-Pandemie, wurde eine Lösung gefunden, die alle technischen Anforderungen, wie z. B.:

- ein kombinierbares Traktionsmodul mit einer Zugkraft von 550 kg pro Einheit,
- spezielle Explosionssichere Konstruktion nach ATEX 0,
- universelle Verbindungsschnittstelle zur Aufnahme externer Prüfmodule,
- Durchführung komplexer Rohrstrukturen mit Bögen $\geq 1,5D$ sowie horizontaler- und vertikaler Rohrabschnitte, ferngesteuert und für Innendurchmesser von 450 bis 750 Millimeter (bereits angedacht bis 1.200 Millimeter) erfüllt.

Das Robotersystem ATM (Autonomous Traction Modul) selbst besteht aus einer Antriebseinheit, einem Zusammenspiel von fünf einzelnen und gleichzeitig

zusammenwirkenden Kettenantrieben, einer Frontkamera mit vier LED-Fahrlichtern, einem Steuerungssystem, einer flexiblen Anbindung inklusive Elektronikgehäuse und einem Kabelstecker mit Rückfahrkamera. Das ATM ermöglicht eine Vielzahl zukünftiger Anwendungen, wie z. B. die hydrodynamische Reinigung von Ablagerungen in Rohrleitungen, die MFL-Inspektion, die Ultraschallinspektion die Fernfeld-Wirbelstrom Inspektion oder die visuelle Inspektion.

Die erste ATM- Antriebseinheit ist nun fertiggestellt, erfolgreich getestet und bereit für die kommenden Tests in Russland. Für den anschließenden Praxistest des Gesamtsystems unter realen Bedingungen werden nun insgesamt drei ATM Antriebseinheiten gebaut und jeweils mit einem MFL-Prüfmodul gepaart, sodass mit einer Gesamtzugkraft von 1.500 Kilogramm genug Leistung für die Anwendung des kompletten Prüfroboters zur Verfügung steht. Zeitgleich zur Entwicklung der Prüfroboter findet auch die Entwicklung eines neuartigen MFL-Inspektionstools DN 500 auf Seiten des russischen Endkunden statt, ebenfalls ausgelegt nach ATEX 0.

ATM-Modul creates versatility for inspection in the oil and gas industry

Complex development: Explosion-proof robot system ATEX Zone 0 for non-piggable pipelines

The internal inspection and testing of non-piggable pipe systems, for example, the distribution infrastructure of gas, petrol or oil pipelines, is often not possible with conventional media-driven inspection tools or can only be realised with great effort in practice and is correspondingly cost-intensive. In order to solve this problem, a well-known Russian Tier 1 company from the oil and gas industry searched worldwide for an optimal solution, which ultimately prompted INSPECTOR SYSTEMS (Germany) and TUBOT (Russia), both specialists in the development and manufacture of pipe robots, to embark on a joint development project.

After a development phase of more than two years and intensive exchange between the project participants under the difficult conditions of the Covid19 pandemic, a solution was found that fulfils all the technical requirements, such as, for example:

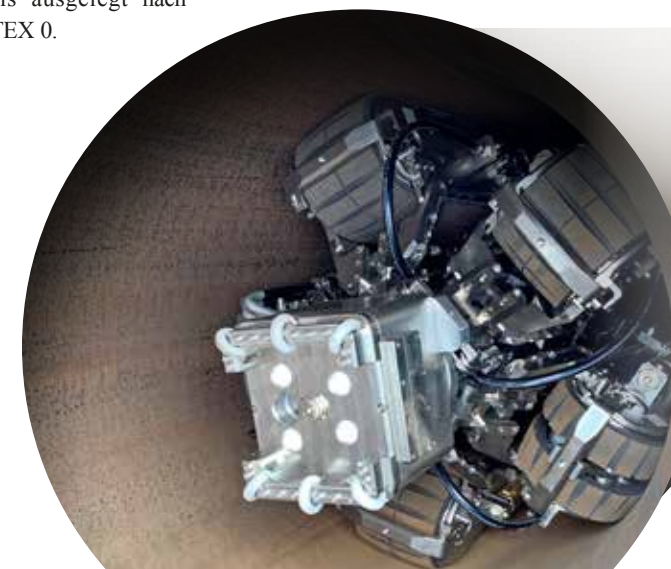
- A combinable traction module with a tractive force of 550 kg per unit,
- A special explosion-proof design in accordance with ATEX 0,
- A universal connection interface to accommodate external inspection and test modules,

- The through-travel of complex pipe structures with bends $\geq 1.5D$ as well as horizontal and vertical pipe sections, remote controlled and for internal diameters from 450 to 750 mm (already envisioned up to 1,200 mm).

The ATM robot system itself consists of a drive unit, a combination of five individual and simultaneously interacting chain drives, a front camera with four LED driving lights, a control system, a flexible connection including an electronics housing and a cable connector with a rear view camera.

The ATM enables a wide range of future applications, such as hydrodynamic cleaning of deposits in pipelines, MFL (magnetic flux leakage) inspection, ultrasonic inspection, remote field eddy current inspection or visual inspection.

The first ATM drive unit has now been completed, successfully tested and is ready for the forthcoming tests in Russia. For the subsequent practical testing of the entire system under real conditions, a total of three ATM drive units are now being built and each is being paired with an MFL test module, so that with a total tractive force of 1,500 kilograms, enough power is available for the application of the complete test robot. At the same time as the development of the inspection robots, the Russian end customer is also developing a new type of MFL inspection tool, DN 500, likewise designed in accordance with ATEX 0.



Schleifroboter für spezielles Offshore-Tiefseeprojekt in der Nordsee

INSPECTOR SYSTEMS am Produktionsprozess einer außergewöhnlichen 18-Zoll Erdöl-Förderleitung beteiligt

Bei der Förderung von Rohöl aus der Tiefsee werden dessen Fließeigenschaften hauptsächlich durch Temperaturschwankungen beeinträchtigt, was spezifische Anforderungen an Produktion und Transport nach sich zieht. Beim Absinken der Temperatur unter einen bestimmten Wert besteht z. B. die Möglichkeit, dass mitgeführtes Wachs auskristallisiert und sich an den Innenwänden der Rohrleitung niederschlägt. Das verlangsamt den Ölfluß, führt zu einem Druckverlust und kann ein Verstopfen der gesamten Rohrleitung verursachen. Von der Ölquelle zur darüber liegenden Ölplattform, selbst aus größeren Tiefen, werden daher diese Wärmeverluste durch Isolierung (passive Dämmung) verhindert. Soll aber ein Ölfeld an eine weit entfernte Verarbeitungsanlage angeschlossen werden, sind die Kosten für die herkömmliche Isolierung einer

Unterwasseranbindung ab einer bestimmten Länge nicht mehr wirtschaftlich. Daher müssen zusätzlich zur passiven Wärmedämmung die Wärmeverluste durch aktive Beheizung ausgeglichen werden.

Längste beheizte Rohr-in-Rohr Förderleitung der Tiefsee

Die betreffende Förderleitung mit einer Gesamtlänge von fast 40 Kilometern ist eine sogenannte Rohr-in-Rohr Konstruktion, bei dem ein korrosionsbeständiges Rohr in ein Trägerrohr eingesetzt wird. Allerdings, im Gegensatz zu herkömmlichen Konstruktionen dieser Art, handelt es sich hier um eine ganz spezielle Entwicklung. Dafür werden unter anderem zusätzlich elektrische Heizleitungen spiralförmig um die Oberfläche des Innenrohrs gewickelt. Wird das Innenrohr nun in das Außenrohr

eingesetzt, dürfen unter keinen Umständen die Heizleitungen beschädigt werden. Um auszuschließen, dass Beeinträchtigungen durch die Schweißnähte des Trägerrohres erfolgen, wurde INSPECTOR SYSTEMS beauftragt, sämtliche Schweißnähte während der Produktionsphase maschinell von innen so zu bearbeiten, dass keine scharfkantigen Stellen mehr vorhanden sind.

Inspector Systems bearbeitet mehr als 2.000 Schweißnähte

Nachdem die projektspezifischen Anforderungen geklärt und der organisatorische Ablauf gemeinsam mit dem Kunden festgelegt wurde, konnten die Schleifarbeiten beginnen. Diese fanden auf einer Spoolbase statt. Hierbei wurde das Schleifrobotersystem, bestehend aus Schleifroboter, Steuerung und

500 Meter Kabeltrommel, fix an einer Stelle platziert und dann nach und nach mit ein Kilometer langen Strängen, jeweils bestehend aus zusammengeschweißten 12-Meter-Rohrstücken, beliefert. Um alle Schweißnähte eines Stranges erreichen zu können, wurde der Schleifroboter in beide Öffnungen nacheinander eingesetzt, teils auch im Zweischichtbetrieb. Insgesamt wurden knapp 40 Stränge befahren, was die Bearbeitung von über 2.000 Schweißnähten bedeutete. Die zurückgelegte Wegstrecke des Roboters mit Hin- und Rückfahrt betrug somit ca. 80 Kilometer. Eine reife Leistung. Ausgezeichnet durch die hohe Zuverlässigkeit der INSPECTOR SYSTEMS Schleifrobotertechnologie und dessen Qualität in der Ausführung, konnte das Projekt zur vollsten Zufriedenheit des Kunden abgeschlossen werden.



Grinding robot for a special offshore deep-sea project in the North Sea

INSPECTOR SYSTEMS involved in the production process of an exceptional 18-inch oil delivery pipeline

When crude oil is extracted from the deep sea, its flow properties are mainly affected by temperature fluctuations which necessitates specific requirements for production and transport. If the temperature drops below a certain value, there is a possibility, for example, that wax that is also conveyed crystallises out and is deposited on the inner walls of the pipeline. This slows down the oil flow, leads to a loss of pressure and can cause clogging of the entire pipeline. From the oil well to the oil platform above, even from greater depths, these heat losses are therefore prevented by insulation (passive insulation). However, if an oil field is to be connected to a distant processing plant, above a certain length, the costs for the conventional insulation of a subsea connection are no longer commercially viable.

Therefore, in addition to passive thermal insulation, the heat losses must be compensated by active heating.

The longest heated pipe-in-pipe delivery line in the deep sea

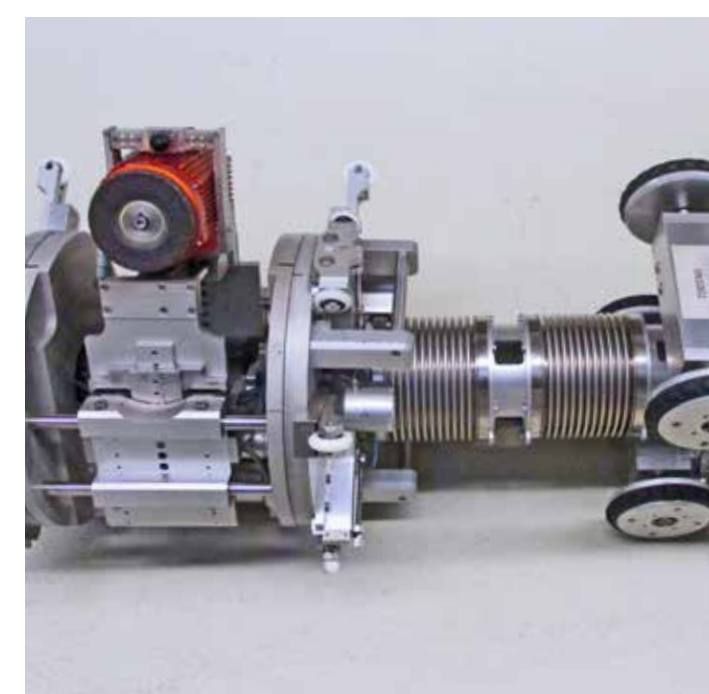
The delivery pipeline in question, with a total length of almost 40 kilometres, is a so-called pipe-in-pipe construction in which a corrosion-resistant pipe is inserted into a carrier pipe. However, unlike conventional constructions of this kind, this is a very special development. To this end, among other things, additional electric heating cables are wound spirally around the surface of the inner pipe. If the inner pipe is now inserted into the outer pipe, the heating cables must not be damaged

under any circumstances. In order to rule out any adverse effects caused by the weld seams of the carrier pipe, INSPECTOR SYSTEMS was commissioned to machine all weld seams from the inside during the production phase in such a way that there are no longer any sharp-edged points.

Inspector Systems processes more than 2,000 welds

After the project-specific requirements had been clarified and the organisational process had been determined together with the customer, the grinding work could begin. This took place on a spoolbase. Here, the grinding robot system, consisting of a grinding robot, control system and 500 metre cable drum, was placed in a fixed position and then gradually supplied with

1 kilometre long strands, each consisting of 12 metre lengths of pipe welded together. In order to be able to reach all the weld seams of a strand, the grinding robot was inserted into both openings one after the other, sometimes also in two-shift operation. A total of just under 40 strands were travelled, which meant the processing of over 2,000 weld seams. The distance travelled by the robot, including the outward and return journeys, was thus approx. 80 kilometres. A mature performance. Distinguished by the high reliability of the INSPECTOR SYSTEMS grinding robot technology and its quality in execution, the project was completed to the full satisfaction of the customer.



Vier neue Fernfeld-Wirbelstrom (RFEC) Inspektionsroboter ausgeliefert

RFEC-Prüftechnologie zur Inspektion von Fernwärmerohren immer mehr gefragt

Nachdem INSPECTOR SYSTEMS einen Rohr-Roboter erstmals mit Fernfeld-Wirbelstrom Prüftechnik entwickelt und ausgiebig während der Erprobungsphase beim größten städtischen Fernwärmenetzbetreiber in Frankreich, dem französischen Energieversorger und Fernwärmenetzbetreiber CPCU (Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain) in Paris getestet hatte (INSIGHT 2018), stand einem dauerhaften Einsatz dieser Prüftechnik in Kombination mit unseren komplexen Rohr-Robotersystemen nichts mehr im Wege. Die Fernfeld-Wirbelstrom Prüftechnik ist ein schnelles und zuverlässiges Prüfverfahren zur Fehlertiefenbestimmung und Erkennung gleichmäßiger Rohrwandausdünnungen (Wanddickminderungen). Im Gegensatz zur herkömmlichen Wirbelstromprüfung können Materialveränderungen innerhalb eines größeren Bereichs gemessen werden. Dieses Prüfverfahren bietet den Vorteil, dass es fast gleiche Erkennungsempfindlichkeiten sowohl an

den Außen- als auch an den Innenflächen ferromagnetischer Rohre ermöglicht.

Metropole 1: Durchmesser DN 80 bis 175 nach Paris

Erfahrungen bei CPCU mit der Fernfeld-Wirbelstrom Prüftechnik, welche übrigens von der Firma Zetec - dem Spezialisten für Wirbelstrommesstechniken - geliefert wird, gibt es schon seit Jahren. Allerdings konnten hierfür bisher nur Prüfmolche eingesetzt werden, welche Öffnungen in der Straße zum Einsetzen und zum Entnehmen benötigen und zudem in der Entfernung auf nur wenige Dutzend Meter beschränkt waren. Organisatorisch und vom Aufwand her in den vielbefahrenen Straßen von Paris eine sehr große Herausforderung. Um die Auswirkungen der damit verbundenen Verkehrsstörungen und Behinderungen des täglichen Lebens der Anwohner für in derart notwendige Inspektionen zum Erhalt des Fernwärmenetzes gering zu halten, werden zukünftig selbstfahrende Rohr-Roboter von INSPECTOR SYSTEMS mit

Fernfeld-Wirbelstrom Prüftechnik zum Einsatz ausrücken. Bei CPCU hat man sich nach einer erfolgreichen Testphase aufgrund der dabei festgestellten hohen Roboterleistung gleich für den Kauf dreier Prüfroboter entschieden, welche die Durchmesserbereiche DN 80, DN 100 bis 125 und DN 150 bis 175 abdecken. Mit nur einem benötigten Zugang zum Einsetzen des Roboters in das Rohrsystem und der Möglichkeit bis zu 150 Meter in eine Richtung durch Bögen und Steigungen zu fahren, bedeutet diese erhebliche Erleichterung bei der Planung und Durchführung zukünftiger Inspektionen.

Metropole 2: Durchmesser DN 400 bis 600 nach Moskau

Überzeugt von der Rohr-Roboter-technologie von INSPECTOR SYSTEMS zeigte sich auch die russische Firma SU-87, vom Standort Moskau aus seit vielen Jahren mit der Umsetzung komplexester Projekte im Bereich der Planung, Verlegung, Instandhaltung und Reparatur von Rohrleitungen beschäftigt. Der

Fokus richtet sich hierbei auf umfangreiche Wasser-, Kanal- und Fernwärmenetze. Da man bei SU-87 grundsätzlich offen für innovative Prüfungstechniken ist, entschied man sich zum Kauf des neuen Rohr-Robotersystems mit Fernfeld-Wirbelstrom Prüftechnik von INSPECTOR SYSTEMS. Es soll zukünftig hauptsächlich in der weltweit größten und ältesten Heizungsstruktur, dem Moskauer Fernwärmenetz, eingesetzt werden. Drei Viertel aller Haushalte sind dort mit Fernwärmeleitungen verbunden - entsprechend viel Arbeit für den Inspektionsroboter. Das Rohr-Robotersystem selbst ist modular aufgebaut und besteht aus drei Antriebseinheiten, die je nach Bedarf flexibel mit einem Fernfeld-Wirbelstrom Modul der Größe DN 400, DN 500 oder DN 600 zusammengesteckt werden kann. Verbunden mit einer Kabeltrommel sind somit nicht molchbare Wegstrecken mit Bögen und Steigungen bis 300 Meter prüfbar - ein System das in dieser Art einzigartig sein dürfte.

Four new remote field eddy current (RFEC) inspection robots delivered

RFEC inspection technology for inspecting district heating pipes increasingly in demand

After INSPECTOR SYSTEMS developed a pipe robot for the first time with remote field eddy current inspection technology and tested it extensively during the trial phase at the largest urban district heating network operator in France, the French energy supplier and district heating network operator CPCU (Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain) in Paris (INSIGHT 2018), there was nothing standing in the way of the permanent use of this inspection technology in combination with our advanced pipe robot systems. Remote field eddy current inspection technology is a fast and reliable inspection method for defect depth determination and detection of uniform pipe wall thinning (wall thickness reductions). In contrast to conventional eddy current testing, material changes can be measured within a larger area. This inspection method has the advantage of allowing almost equal detection sensitivities on both the outer and inner surfaces of ferromagnetic tubes.

Metropole 1: Diameter DN 80 to 175 to Paris

The experiences at CPCU with the remote field eddy current testing technology, which, incidentally, is supplied by the company Zetec - the specialist for eddy current measuring techniques - have existed for years. However, up to now only inspection pigs, which require openings in the road for insertion and removal and are also limited in distance to only a few dozen meters, were able to be used for this purpose. A very big challenge organizationally and in terms of effort in the busy streets of Paris. In order to minimize the impact of the associated traffic disruptions and disruptions to the daily lives of residents for such necessary inspections for the maintenance of the district heating network, self-propelled pipe robots with remote field eddy current inspection technology from INSPECTOR SYSTEMS will be deployed in the future. After a successful test phase and due to the high robot performance observed during this phase, CPCU immediately decided to purchase three inspection robots covering the dia-

meter ranges DN 80, DN 100 to 125 and DN 150 to 175. With only one access point needed to insert the robot into the pipe system and the ability to travel up to 150 meters in one direction through bends and inclines, this means a considerable simplification in the planning and carrying out of future inspections.

Metropole 2: Diameter DN 400 to 600 to Moscow

The Russian company SU-87 which, from its Moscow location, has been implementing the most complex projects in the field of planning, laying, maintenance and repair of pipelines for many years, was also impressed by the pipe robot technology from INSPECTOR SYSTEMS. The focus here is on extensive water, sewer and district heating networks. Being always receptive to innovative inspection technologies, SU-87 decided to purchase the new pipe robot system with remote field eddy current inspection technology from INSPECTOR SYSTEMS. In the future, it will be used mainly in the world's largest and oldest heating structure, the Moscow district heating network. Three quarters of all households there are connected to district heating lines - accordingly, a lot of work for the inspection robot. The pipe robot system itself has a modular design and consists of three drive units which can be flexibly combined with a remote field eddy current module of size DN 400, DN 500 or DN 600 as required. Connected to a cable drum, non-piggable distances with bends and gradients of up to 300 meters can be inspected - a system, which of its kind, is probably unique.



Nachhaltigkeit – ein Leitprinzip von INSPECTOR SYSTEMS

„Es gibt nur eine Erde, lasst uns gemeinsam dafür sorgen diese auf Dauer und für alle unter lebenswerten Bedingungen bewohnbar zu erhalten!“

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ hat eine komplexe und facettenreiche Begriffsgeschichte und stammt ursprünglich aus der Forstwirtschaft des frühen 18. Jahrhunderts. Er wurde erstmals vom deutschen Forstexperten Hans Carl von Carlowitz verwendet. Dieser erlebte im Zuge der Industrialisierung die erste Energiekrise in dem Sinne, dass die Erzgruben und Schmelzhütten des Erzgebirges (damals eines der größten rohstoffverarbeitenden Gebiete Europas) zur Herstellung von Roheisen und Stahl mit viel Holz als Energiequelle versorgt werden mussten. Zunehmendes Bevölkerungs- und Städtewachstum trugen seinerzeit stark zu einer „Holznot“ bei. Da ein geregelter Waldbau sowie Gesetze, Ökostandards oder Zertifizierungen zur Aufforstung nicht existierten, forderte von Carlowitz schon damals „respektvoll“ und „pflöglich“ mit der Natur und ihren Rohstoffen umzugehen. Er kritisierte den auf kurzfristigen Gewinn ausgelegten Raubbau und erkannte, dass Wälder nur ein bestimmtes Maß an Ressourcennutzung dauerhaft aushalten können, ohne Schaden zu nehmen.

Nachhaltigkeit ist ein Handlungsprinzip zur Ressourcen-Nutzung

Im Wald nur so viel Holz schlagen wie permanent nachwachsen kann. Dieses Grundprinzip des Begriffes „Nachhaltigkeit“ übertrug sich in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts auf den Umgang mit allen Ressourcen, als man erkannte, dass Rohstoffe und Energievorräte auf der Welt auszugehen drohen. Die Ressourcen der

Erde, obwohl oftmals nur begrenzt zur Verfügung stehend, werden heute so intensiv genutzt wie in keinem Zeitalter zuvor. Das bedeutet, Nachhaltigkeit verlangt nach einer gesellschaftlichen Entwicklung, die ökologisch verträglich, sozial gerecht und wirtschaftlich leistungsfähig ist. Menschen sollten nicht auf Kosten der Menschen anderer Regionen der Erde und auf Kosten zukünftiger Generationen leben, sondern stattdessen jedem, heute und zukünftig, ein Leben in voller Entfaltung seiner Würde ermöglichen.

Nachhaltigkeitsphilosophie von INSPECTOR SYSTEMS

Nachhaltigkeit ist daher ein Leitprinzip von INSPECTOR SYSTEMS. Als international operierendes Unternehmen fühlen wir uns dazu verpflichtet, den Nachhaltigkeitsgedanken nicht nur firmenintern zu verfolgen, sondern auch aktiv durch Ressourcen und Projekte auch finanziell zu unterstützen. Hierbei gilt es aus unserer Sicht, in besonderem Maße die Menschenrechte zu beachten, Lebensqualität und Wohlbefinden innerhalb einer Gesellschaft zu fördern und auf gute, umweltverträgliche Arbeitsbedingungen zu achten. Deshalb fördert INSPECTOR SYSTEMS als Partner verschiedener Organisationen und Projekte diesen Nachhaltigkeitsgedanken.

Die deutsche Organisation „Viva con Agua“ ist eins der geförderten Unternehmen

„Viva con Agua“ bedeutet übersetzt „Leben mit Wasser“: In vielen Gebieten der Erde ist aktuell die Versorgung mit sauberem Trinkwasser nicht sichergestellt und

Sustainability – a guiding principle of INSPECTOR SYSTEMS

„There is only one Earth, let's work together to keep it habitable in the long term and in conditions worth living in for everyone!“

The term „sustainability“ has a complex and multi-faceted conceptual history and originates from the forestry industry in the early 18th century. It was first used by the German forestry expert, Hans Carl von Carlowitz. This experienced the first energy crisis in the course of industrialization in the sense that the ore mines and smelters of the Erzgebirge (Ore Mountains: at that time one of the largest raw material processing areas in Europe) had to be supplied with a lot of wood as an energy source for the production of pig iron and steel. Increasing population and urban growth contributed strongly to a „wood shortage“ at that time. Since regulated forest management as well as laws, ecological standards or certifications for afforestation did not exist, von Carlowitz demanded „respectful“ and „careful“ treatment of nature and its raw materials, even back then. He criticised over-exploitation aimed at short-term profit and recognised that, in the long term, forests can only withstand a certain level of resource use without suffering damage.

Sustainability is a principle of activity for the use of resources

Only cut as much wood in the forest as can permanently grow back. This basic principle of the term „sustainability“ was transferred to the handling of all resources in the second half of the 20th century, when it was recognised that raw materials and energy supplies in the world were threatening to run out. The earth's resources, although often only available in limited quantities, are

used more intensively today than in any earlier age. This means that sustainability requires a social development that is ecologically compatible, socially just and economically efficient. People should not live at the expense of people in other regions of the world and at the expense of future generations, but instead enable everyone, now and in the future, to live in the full enjoyment of their dignity.

The sustainability philosophy of INSPECTOR SYSTEMS

Sustainability is, therefore, a guiding principle of INSPECTOR SYSTEMS. As an internationally operating company, we feel obliged not only to pursue the idea of sustainability internally, but also to actively support it financially through resources and projects. Here, in our view, it is particularly important to respect human rights, to promote quality of life and well-being within a society and to ensure good, environmentally sound working conditions. Therefore INSPECTOR SYSTEMS promotes these sustainability ideas as a partner of various organisations and projects

The german organisation „Viva con Agua“ is one of the sponsored companies

„Viva con Agua“ means „Living with Water“: In many areas of the world, the supply of clean drinking water is currently not ensured and thus represents an immense potential for conflict and poverty. In the coming years, too, it is expected that the supply of clean drinking water will play an increasingly important role. In order to sustainably change this in

stellt somit ein immenses Konflikt- und Armutspotential dar. Auch in den kommenden Jahren geht man davon aus, dass die Versorgung mit sauberem Trinkwasser zunehmend eine immer wichtigere Rolle spielen wird. Um dies nachhaltig in verschiedenen Gebieten der Erde zu ändern, unterstützt INSPECTOR SYSTEMS seit 2020 die Non-Profit-Organisation „Viva con Agua“ finanziell jährlich mit Beträgen im mittleren fünfstelligen Bereich bei verschiedenen Projekten. Die Organisation wurde 2006 gegründet und setzt sich international für den Zugang zu sauberem Trinkwasser, Hygiene, sowie einer sanitären Grundversorgung in Ländern ein, wo diese Bedingungen menschlichen Lebens nur selten erfüllt sind.

Die Initiative Enda

Allgemeinen Berechnungen zufolge wird sich die Bevölkerung Afrikas bis 2050 verdoppeln und dann einen Gesamtanteil von 20% der Weltbevölkerung aus-

machen. Um diese vielen Menschen zu ernähren ist es für den Afrikanischen Kontinent und dessen Wirtschaft fundamental wichtig, dass zukunftsfähige Technologien und qualifizierte Arbeitsplätze in Afrika selbst geschaffen werden. Enda ist eine „Public Benefit Corporation“ aus Nairobi / Kenia. Sie ist aus einem Startup hervorgegangen und hat sich als Ziel gesetzt, den weltberühmten kenianischen Laufspirit in die Welt zu tragen, indem erstmals hochqualitative Laufschuhe „Made in Kenia“ produziert werden. Das besondere bei Enda ist der nachhaltige Gedanke, die Laufschuhe vom Rohmaterial bis hin zum fertigen Laufschuh komplett vor Ort in Kenia zu produzieren und damit auch in der ganzen lokalen Lieferkette qualifizierte Jobs zu schaffen. INSPECTOR SYSTEMS unterstützt die Initiative „Enda“ mit einem Darlehen im mittleren fünfstelligen Bereich, damit das von zwei Kenianern gegründete Unternehmen den Sprung zum etablierten Unternehmen schafft.

various areas of the world, since 2020 INSPECTOR SYSTEMS has been financially supporting the non-profit organisation „Viva con Agua“ in various projects, with annual amounts in the mid 5-digit range. The organisation was founded in 2006 and works internationally to promote access to clean drinking water, hygiene and basic sanitation in countries where these conditions for human life are rarely met.

The Enda initiative

According to general calculations, Africa's population will double by 2050 and then account for 20% of the world's total population. In order to feed these many people, it is fundamentally important for the African continent and its economy that sustainable technologies and skilled jobs are created in Africa itself.

Enda is a „Public Benefit Corporation“ based in Nairobi, Kenya. It has emerged from a start-up and has set itself the goal of bringing the world-famous Kenyan running spirit to the world by producing for the first time high-quality running shoes „Made in Kenya“. The special thing about Enda is the sustainable idea of producing the running shoes completely locally in Kenya, from the raw material to the finished running shoe, and thus also creating skilled jobs throughout the local supply chain. INSPECTOR SYSTEMS supports the „Enda“ initiative with a loan in the mid 5-digit range so that the company founded by two Kenyans can make the leap to an established company.



fog-harvesting technology



INSPECTOR SYSTEMS gewinnt Ski- Weltcupfahrer SIMON JOCHER als Firmenrepräsentant

INSPECTOR SYSTEMS wins ski world cup skier SIMON JOCHER as company representative

Inspector Systems ist eines der weltweit führenden Unternehmen in der Entwicklung von Rohrrobotern und besitzt durch seine hohe Innovationskraft sowohl im Bereich seiner Mitarbeiter als auch im Technologiebereich eine Spitzenstellung in diesem speziellen Industriesegment. Gegründet als 1-Mann-Ingenieurbüro Anfang der 80iger bis hin zu einem der Top 100 ausgezeichneten innovativsten Unternehmen Deutschlands engagieren wir uns für junge Sportler auf deren Weg zur Weltspitze.

Inspector Systems freut sich, mit Simon Jocher einen jungen Spitzensportler als Firmenrepräsentant gewonnen zu haben, der den Werdegang und die

Philosophie unseres Unternehmens sehr gut abbilden kann.

Simon Jocher ist in der Formel 1 des Winters, dem Abfahrts- und Super G-Rennsport, zuhause. Er ist einer der jüngsten Rennläufer unter den Speedfahrern im Weltcup und machte während seiner ersten Weltcup Saison letztes Jahr bereits mehrmals durch gute Erfolge auf sich aufmerksam, wobei der 5. Platz bei der Ski WM im Februar in der Alpinen Kombination sicher sein bisher größter Erfolg war.

Inspector Systems und seine Mitarbeiter freuen sich Simon Jocher auf seinem Weg zur Weltspitze zu begleiten und wünschen ihm eine erfolgreiche Olympiasaison.

Inspector Systems is one of the world's leading companies in the development of pipe robots and has a leading position in this special industry segment due to its high level of innovation both in terms of its employees and technology.

Founded as a 1-man engineering office at the beginning of the 80s, we have become one of the top 100 most innovative companies in Germany and are committed to helping young athletes on their way to the top of the world.

Inspector Systems is pleased to have won Simon Jocher, a young world cup skier top athlete, as a company representative, who is able to represent the career and philosophy of our company very well.

Simon Jocher is at home in the Formula 1 of winter, downhill and Super G racing. He is one of the youngest racers among the speed racers in the World Cup and already drew attention to himself several times during his first World Cup season last year with good successes, whereby 5th place at the Ski World Championships in February in the Alpine Combined was certainly his greatest success to date.

Inspector Systems and its employees are pleased to accompany Simon Jocher on his way to the top of the world and wish him a successful Olympic season.