

Flächendeckender Einsatz von funkauslesbaren Ultraschallwasserzählern

– ein Erfahrungsbericht

Nach zwei erfolgreichen Stichprobenprüfungen mit Ringkolbenzählern stand der Zweckverband Gruppenwasserwerk Florenberg seinerzeit vor der Entscheidung, eine dritte Stichprobenprüfung zu versuchen oder in neue Wasserzähler zu investieren. Nach intensiver Recherche und der Erarbeitung von Systemanforderungen stellte der Zweckverband in den Jahren 2012/13 – trotz der in Deutschland bis dato geringen Praxiserfahrung – seinen gesamten Zählerbestand auf funkauslesbare Ultraschallwasserzähler um. Der Beitrag gibt einen Einblick in die Erfahrungen, die in diesem Pilotprojekt gesammelt wurden: angefangen vom Einbau, dem Routinebetrieb, kürzlich bestandenen ersten Stichprobenprüfung bis zur guten Kundenakzeptanz.

von: Stephan Hahn (Zweckverband Gruppenwasserwerk Florenberg), Dr.-Ing. Thomas Gutzke & Clemens Pritzel (beide: envi-systems GmbH)

Der Zweckverband Gruppenwasserwerk Florenberg (GWW) mit seinen Wassergewinnungs-, Aufbereitungs-, Speicherungs- und Verteilungsanlagen versorgt insgesamt zehn Ortsteile (mit ca. 20.000 Einwohnern) der hessischen Gemeinden Künzell, Dipperz, Eichenzell sowie der Stadt Fulda mit jährlich rund 850.000 m³ Trinkwasser. Während der technische (und teilweise auch der kaufmännische) Betrieb im Unternehmen durch ein Mitarbeiter-team mit 3,5 Planstellen sichergestellt wird, werden Kassenwesen, Bilanzbuchhaltung und die Abrechnung der Wasserbenutzungsgebühren aus Synergiegründen in Personalunion von der Gemeinde Künzell wahrgenommen. Durch die stetig anwachsenden Anforderungen an die Versorger, gerade bei kleinen und mittelständischen Unternehmen mit eingeschränkten Personalressourcen, ist der Einsatz von innovativen Produkten und Lösungsansätzen unumgänglich. Das GWW hat vor diesem Hintergrund bereits im Jahr 2010 das heute in vielen Teilen Hessens, Bayerns und des Saarlands

etablierte Kooperationsportal GWM.cloud zur Roh- und Trinkwasserüberwachung und zum Datenaustausch zwischen Laboren, Wasserversorgern und Behörden initiiert. Auch ein darauf aufbauendes Bürgerportal (www.wasserqualität-online.de) wurde unter fachlicher Führung des GWW entwickelt und im Jahr 2015 in Betrieb genommen.

Motivation

Bis zum Jahr 2012 wurde die Zählerablesung im Versorgungsgebiet des GWW am Jahresende über einen Zeitraum von bis zu sechs Wochen im Rahmen einer nicht stichtagsgenauen Erfassung der Zählerstände durch Dienstleister der Gemeinde Künzell mittels Vorortablesung durchgeführt. Anschließend erfolgte die Übertragung in das Abrechnungssystem des Kommunalrechnungszentrums, ohne dass die technischen Mitarbeiter vor dem Versand der Jahresabschlussrechnung Einfluss nehmen konnten. Obwohl zuletzt Eingabegeräte mit integrierter Plausibili-

tätsprüfung verwendet wurden, um Ablesefehler zu vermeiden, waren die übermittelten Datensätze aus unterschiedlichsten Gründen fehlerhaft oder mussten wegen Unzugänglichkeit des Objektes in zunehmenden Maße geschätzt werden. Diese Praxis führte immer wieder zu zahlreichen Widersprüchen seitens der Kunden, deren Bearbeitung unangemessen viel Zeit in Anspruch nahm und sowohl unzufriedene Kunden als auch Mitarbeiter hinterließ.

Für die technische Abteilung ergaben sich darüber hinaus noch weitere Probleme. Während über das Leitsystem ganzjährig die geförderten und gelieferten Wassermengen an den Brunnen, Quellen, Hochbehältern und Übergabeschächten stichtagsgenau überwacht und dokumentiert werden konnten, erfolgte die Ermittlung der Wasserverluste erst nach Abrechnung aller Hauswasserzähler – also in der Regel im Februar/März des Folgejahres mit nicht stichtagsgenauen Datensätzen. Dies führte regelmäßig zu ungenauen Jah-

resstatistiken. Unterjährig wurden anhand von Liefermengen, Nachtverbräuchen und der Anzahl an tatsächlich festgestellten Leckagen Prognosen zur Höhe des Wasserverlustes ange stellt, um kurzfristige, zielgerichtete Maßnahmen einzuleiten. Allerdings konnten mit den vorhandenen Daten sätzen die Wasserverluste nie exakt, monatlich oder quartalsmäßig quan tifiziert werden. Dies entsprach zum Zeitpunkt des Entscheidungsprozesses, mangels geeigneter Messgeräte, nicht dem Leitsatz des Unternehmens „agieren statt reagieren“. Dies sollte sich durch die Etablierung und Zulassung neuer Messsysteme schlagartig ändern.

Auch die durch diverse Kundenreklamationen angestoßene Diskussion um das Nachlaufverhalten mechanischer Flügelradzähler zum unterstellten Nachteil des Anschlussnehmers war ein weiterer Anreiz, die Messeinrichtungen auf statische elektronische Zähler umzustellen; zumal der Bundesgerichtshof (BGH) durch ein Urteil entschieden hatte, dass ein Versorgungsunternehmen das Leistungsbestimmungsrecht zur Größe der Messeinrichtung nach billigem Ermessen unter Berücksichtigung des aktuellen Standes der Technik im Interesse des Kunden vorzunehmen hat. Bei der Bemessung der Messeinrichtung orientierten sich viele Versorgungsunternehmen lange Zeit an der Bemessung der Trinkwasser-Installation, wie sie in der DIN 1988-3 beschrieben wird. Die Durchschnittsentnahme pro Einwohner und die Anzahl der Einwohner je Wohneinheit sind jedoch seit Langem rückläufig, sodass Trinkwasser-Installationen immer weniger im Rahmen ihrer Bemessungskapazität betrieben wurden. Hingegen ist bei Anwendung des DVGW-Arbeitsblattes W 406 hinsichtlich der Auslegung und Bemessung der Messeinrichtung davon auszugehen, dass die Regeln der allgemein anerkannten Technik eingehalten werden. Demnach ist eine Auslegung der Messeinrichtung nach Wohneinheiten (WE) vorzunehmen. Dabei können auch andere, nicht in der Tabelle angegebenen Zählergrößen

(Q_3 2,5, früher Q_n 1,5) eingesetzt werden, wenn sie die notwendigen messtechnischen Vorgaben der im Jahr 2016 in Kraft getretenen Europäischen Messgeräte richtlinie (MID) erfüllen.

Neben dem Wunsch, die internen Prozesse zu optimieren, waren es aber auch finanzielle Aspekte, die den Wechsel auf elektronische Funkwasserzähler forcierten. Die Gegenüberstellung der bisherigen Aufwände für Zählerablesung, Übertragung, Rechnungsstellung und Widerspruchsbearbeitung nahm derart viele Arbeitstage und somit Kosten in Anspruch, dass sich allein durch diesen Faktor der höhere Anschaffungspreis der neuen Zählergeneration bereits nach spätestens neun Jahren amortisieren

sollte – was sich im Nachhinein auch bestätigte.

Systemanforderungen (Checklisten)

Die Einführung eines elektronischen Funkwasserzählers hat weitreichende Konsequenzen, wie allen Beteiligten bei der Ausarbeitung der Systemanforderungen schnell klar wurde. Hier mussten nicht nur Zähler ausgetauscht, sondern vielmehr das gesamte System verändert werden. Daher begannen die Projektbeteiligten früh damit, für die einzelnen Bereiche Systemanforderungen zu definieren. Diese werden in **Infokasten 1** so aufgeführt, dass auch andere Wasserversorger diese als eine Art „Checkliste“ für ihre eigenen Überlegungen nutzen können.

INFORMATIONEN

Checkliste „Zähler-Konstruktion“:

- Umweltfreundliche, bleifreie Konstruktion: Zertifizierung nach DVGW-Arbeitsblatt W 421 erforderlich
- Schutzart IP68 oder besser (spritz- und strahlwasserdicht, geeignet für Wasserzählerschächte oder überflutungsgefährdete Bereiche)
- beliebige Einbaulage (horizontal, vertikal, schräg, über Kopf etc.)
- ein Zählertyp für waagrechte und senkrechte Bauart (für die Los-Zusammenführung gängiger Zählergrößen, z. B. Q_3 2,5 oder Q_3 4 zur Stichprobenprüfung)
- Produktverfügbarkeit (von Q_3 1,6 bis Q_3 100)
- zugelassen nach MID (Konformitätserklärung)
- hygienische Anforderungen (gemäß Information des DVGW zur Trinkwasser-Installation Nr. 10)

Checkliste „Messung und Übertragung“:

- verschleißfreies Messprinzip (keine beweglichen Teile)
- 1-Weg-Funkkommunikation (gemäß Datenschutzrichtlinie)
- lange Lebensdauer der Batterie (> 15 Jahre, dies entspricht drei Stichprobenprüfungen)
- interner Datenlogger
 - Tagesspeicher für mindestens 460 Tage (Abrechnungszeitraum + drei Monate (Einspruchsfrist))
 - Monatsspeicher für mindestens 36 Monate
 - Auslesung von Verbrauchsprofilen (z. B. bei Kundenreklamationen)
- Versendung von Infocodes (Alarmer etc. im Rahmen der Auslesung)

Checkliste „Erfassungs- und Dateninfrastruktur“:

- Verwendung standardisierter, im Unternehmen vorhandener Endgeräte (Smartphone, Tablet und PC) (**Abb. 1**)
- einfache Migration von Stammdaten (aus allen gängigen EDV-Systemen)
- anpassbare Schnittstellen (im Im- und Export)
- vollständig automatisierbarer Datenaustausch mit anderen Systemen
- Optimierung durch Geodaten-Unterstützung
- Vor-Ort-Auslesbarkeit der Zähler mit dem gleichen Endgerät (z. B. mittels Optokopf)
- einfache Berichtskonfiguration und -erstellung



Quelle: GWW Florenberg

Abb. 1: Für die Darstellung der erfassten Daten können handelsübliche Endgeräte wie z. B. Tablets oder PCs verwendet werden.



Quelle: GWW Florenberg

Abb. 2: Die Auslesung der Wasserzähler erfolgt mithilfe einer App sowie einer Antenne des Zähler-Herstellers. Das notwendige Equipment ist dabei so kompakt, dass es auch auf einem E-Bike Platz findet.

Zählereinbau

Anhand der festgelegten Systemanforderungen wurde entschieden, das komplette System auf Ultraschall-Wasserzähler der Firma Kamstrup umzustellen, die per Funk ausgelesen werden können. So wurden knapp 5.000 Zähler durch die Zähler Multical 21, Multical 62 und flowIQ 3100 ersetzt. Die bisherigen Zähler Q_n 6 und Q_n 10 wurden nach Ermittlung der Wohneinheiten und Neubemessung der Zählergröße überwiegend neu dimensioniert und der Einbau kleinere Zählergrößen veranlasst. Als einheitliche Standardgröße wurde aufgrund der ländlichen Struktur bei überwiegender Wohnge-

bäudenutzung (< 15 WE) der Zähler Q_3 2,5 festgelegt, da dieser im zugelassenen Q_1 -Bereich sehr geringe Durchflüsse erfasst und damit deutlich bessere Messergebnisse liefert.

Der Austausch der bisher eingesetzten Ringkolbenzähler gegen die elektronischen Ultraschallwasserzähler wurde in den Jahren 2012 und 2013 in zwei Chargen durchgeführt. Dabei wurden die Zähler unabhängig vom Eichzeitende gewechselt, um möglichst große Lose bei zukünftigen Stichprobenprüfungen zur Verlängerung der Eichzeit bilden zu können. Für die Durchführung der Arbeiten vor Ort in den Wohngebäuden wurden Fremdfirmen

beauftragt, welche die Terminabstimmungen und den vollständigen Zähleraustausch übernehmen. Der Zählerwechsel wurde während des gesamten Zeitraumes durch entsprechende Kundeninformation in den Veröffentlichungsblättern des GWW begleitet. Im Rahmen des Austauschs fand im Umfeld der Messeinrichtung auch eine Überprüfung der Wasserverbrauchsanlage statt, um ggf. eine Anpassung der Installation an die DIN 1988 bzw. EN 1717 einzufordern. Da es in der Vergangenheit beim Wechsel der Zähler mit Kunststoffgehäuse zu irreparablen Schäden am Schraubgewinde gekommen war, wurde bei der Installation der neuartigen Komposit-Kunststoffzähler besonderes Augenmerk auf die Materialeigenschaften gelegt. Kein einziger Zähler wurde beschädigt; dies überzeugte selbst die letzten Skeptiker.

Inbetriebnahme

Im Anschluss an die Installation der Funkzähler wurden die Software-Systeme für den Betrieb vorbereitet. In die Erfassungs-Software des Zählerherstellers wurden für die Erfassungs-Touren die Adressen und Koordinaten der Zähler-Standorte eingespielt bzw. manuell nachgepflegt sowie die Im- und Exportprofile als Schnittstelle zum Rechenzentrum geprüft. Für die einzelnen Ortsteile wurden, u. a. für die spätere Ermittlung von Wasserverlusten über den GW-Manager Bilanzzonen angelegt und diesen die entsprechenden Zähler zugeordnet.

Routinebetrieb

Nach der Installation der Zähler und der Software-Einrichtung wurde der Routinebetrieb aufgenommen. Die Funkzähler senden ihre Auslesedaten seitdem im 16-Sekunden-Takt aus, wobei die Daten durch eine End-to-End-Verschlüsselung (AES128) gegen fremde Zugriffe geschützt sind.

Die Daten (Zählerstände und Infocodes) dürfen – konform zur Mustersatzung des Hessischen Städte- und Gemeindebundes – einmal monatlich

und anlassbezogen bei eintretenden Ereignissen (wie beispielsweise der Lokalisierung von Rohrbrüchen) erfasst werden. Sie werden seither mithilfe einer mobilen App und einer Antenne des Zähler-Herstellers per Drive-by mit einer Empfangsquote von 100 Prozent, ohne Einsatz zusätzlicher Sende-Antennen, problemlos mit einem Fahrzeug und alternativ per E-Bike empfangen (Abb. 2). Nach Abschluss der Tour werden die Daten in das zentrale Software-System READY des Zähler-Herstellers übertragen. Bei einem kompletten Auslesevorgang des Zählerbestandes legt das aus drei Personen bestehende Team ca. 300 km zurück, um innerhalb nur eines Arbeitstages alle Daten stichtagsgenau zu erfassen. Die Gesamtkosten der Auslesung inklusive aller Hard- und Software- bzw. Lohn- und Fahrzeugkosten können mit ca. einem Euro je Zähler angeben werden.

Datennutzung

Mittels der erfassten Daten kann nun monatlich im Statistiksystem „GW-Manager“ der envi-systems GmbH, unter Einbeziehung der Daten aus dem Prozessleitsystem, für die einzelnen Bilanzzonen die Situation im Versorgungsnetz analysiert werden (Abb. 3). Durch die zeitnahe Erkennung von Schwachstellen lassen sich damit Reparaturmaßnahmen schneller und gezielter einleiten. Da die von den Zählern zusätzlich übermittelten Infocodes Auskunft über Leckagen, Rohrbrüche, rückfließendes Wasser und Manipulationsversuche in der Kun-

denanlage liefern, können u. a. Rückschlüsse auf die Funktion der Sicherungsarmaturen abgeleitet werden. Dies umfasst beispielsweise defekte Rückflussverhinderer oder unzuverlässige Querverbindungen von Brauch- und Trinkwasseranlagen, wodurch sich frühzeitig mögliche Gefahrenquellen für die öffentliche Trinkwasserversorgung erkennen lassen. Auch Wasser- und Umgebungstemperatur sind Bestandteil des Funkprotokolls; diese Werte geben Aufschluss über drohende hygienische Probleme und Frostschäden. So wird die Messeinrichtung Bestandteil eines Qualitätsmanagementsystems und zeigt erneut den hohen Mehrwert dieses Messsystems. Einmal jährlich wird der Zählerstand mit Stichtag 31. Dezember für Abrechnungszwecke an das Kommunalrechnungszentrum übertragen.

Erste Stichprobenprüfung

Da in diesem Jahr bereits die erste Stichprobenprüfung zur Verlängerung der Eichzeit von sechs auf neun Jahre anstand, wurde im Frühjahr 2018 eine erste Stichprobenprüfung mit einer Losgröße von 2.244 Zählern des Typs Multical 21 angemeldet. Zu diesem Zweck wurden von der Prüfstelle der swa Netze GmbH in Augsburg nach einem Losverfahren 80 plus 16 Ersatzzähler ausgewählt. Für die Prüfstelle war es das erste Los dieser Größe, das bis dato in Deutschland an elektronischen Wasserzählern zur Stichprobenprüfung angemeldet wurde. Wie Erfahrungen aus der Vergangenheit aufzeigten, konnten bei mechanischen Ausführ-



Abb. 3: GIS-Ansicht des GW-Managers – Darstellung von Bilanzzonen mit Wasserverlusten und aktiven Infocodes

Quelle: GWW Florenberg

Besuchen Sie uns auf der
gat | wat 2018

City Cube Berlin | 23. – 25. 10. 2018 | Halle B | Stand B-60

Korrelator und
akustisches Wasserlecko-
rtungsgerät in Kombination

SeCorrPhon AC 200
professionell – flexibel – intelligent



- schnelle und zuverlässige Benutzerführung durch Anwendungsfälle
- integrierter Audioplayer zum direkten Vor-Ort-Vergleich von Leckgeräuschen
- problemloses Messen unterschiedlicher Rohrabschnitte, Rohrmaterialien, Durchmesser und Leitungslängen
- hochentwickelte Firmware ermöglicht dem Anwender einen fast vollständig automatisierten Ablauf der Messungen



Quelle: GWW Florenberg

Abb. 4: Auslesung der Zählerdaten durch einen Mitarbeiter des Zweckverbands Gruppenwasserwerk Florenberg

... rung nicht alle Chargen die Prüfungen bestehen – umso erfreulicher war es, dass alle Prüflinge problemlos die Eichfehlergrenzen eingehalten haben.

Bürgerakzeptanz

Die Akzeptanz der Bürger gegenüber den funkauslesbaren Zählern war und ist sehr hoch, zumal sich die Qualität der Rechnungslegung wesentlich verbessert hat. Bei einzelnen Kunden, die zunächst Einwände bezüglich des Datenschutzes oder der Funkbelastungen hatten, konnten persönliche Gespräche dazu beitragen, die Vorbehalte auszuräumen. Insgesamt verweigerten von den knapp 5.000 betroffenen Haushalten lediglich fünf den Einbau

... eines Funkzählers, womit die allgemeine Akzeptanz bei knapp 99,9 Prozent liegt. Mit den fünf genannten Haushalten wurden zunächst Sondervereinbarungen getroffen.

Um den Bürgern eine Teilhabe an den Vorteilen der eingesetzten Funkzähler zu geben und deren Akzeptanz weiter zu erhöhen, soll in Zukunft in Zusammenarbeit mit der envi-systems GmbH ein Bürgerportal bereitgestellt werden, in welchem sich die Verbraucher mit ihren Zugangsdaten anmelden können, um nachfolgende Funktionen und Informationen zur Verfügung zu stellen:

- Zähler-Stammdaten (Kontakt Daten, Wohneinheiten, Personen etc.),
- aktueller Zählerstand,
- Zählerstands-Entwicklung (Ganglinie),
- Pro-Kopf-Verbrauch,
- Überblick Info-Codes,
- Festlegung von Warnwerten und
- Meldungsversand (Infocodes, Warnwerte) per E-Mail bzw. SMS.

Über das Portal sollen den Verbrauchern in Zukunft Sparpotenziale beim Wasserverbrauch sowie Defekte in der Hausinstallation (z. B. Sicherungs- und Sicherheitsarmaturen oder Dauerverbräuche) aufgezeigt werden. So sind nach derzeitiger Auswertung der Infocodes drei bis

fünf Prozent aller Hausinstallationen von Leckagen betroffen. Als weiteren Service haben die Verbraucher bereits heute die (kostenpflichtige) Möglichkeit, die Protokolle der Zählerdaten vom Betriebspersonal des GWW auslesen und konfigurieren zu lassen, z. B. zur Analyse ihres Verbrauchsverhaltens (Abb. 4).

Fazit

Der Wechsel von einem mechanischen Zähler auf einen elektronischen Funkwasserzähler sollte nicht als bloßer Zähler-, sondern vielmehr als Systemwechsel verstanden werden. Anders als im Jahr 2012 sind mittlerweile weitere Hersteller und Produkte auf dem Markt, die elektronische wie auch mechanische Funkwasserzähler anbieten. Da sich diese Produkte in vielerlei Hinsicht voneinander unterscheiden, empfiehlt es sich, die Produkte hinsichtlich ihrer Eigenschaften intensiv zu prüfen und gegenüberzustellen, z. B. mit der in diesem Beitrag vorgestellten Checkliste.

Von dem im Herbst 2014 bekannt gewordenen Problemen mit Verkeimungen durch *Pseudomonas aeruginosa*, welche insbesondere mechanische Wasserzähler betrafen, war das GWW aufgrund des Einsatzes der steril verpackten und desinfizierten Ultraschallzähler nicht betroffen. Alle in öffentlichen Hausinstallationen ermittelten mikrobiologischen Analyseergebnisse bescheinigten dem Versorger eine keimfreie Trinkwasserqualität.

Beim GWW hat sich bisher gezeigt, dass die neu eingesetzten Zähler im Q₁-Bereich ein besseres Messergebnis erzielen. Auch haben sich die aufgrund der Reduzierung der eingesetzten Baugrößen im Vorfeld befürchteten nachteiligen Auswirkungen hinsichtlich der Durchflussleistung und des Fließdrucks beim Anschlussnehmer nicht bestätigt. Die vielerorts praktizierte Wasserpreisgestaltung des Grundpreises auf Basis der Zählergröße muss allerdings in Frage gestellt werden, steht sie doch aufgrund kleinerer und zusammengefasster Zähler



Quelle: Kamstrup

Abb. 5: Funkauslesbare Ultraschallzähler Q₃ 1,5 bis Q₃ 100

größen dem Gleichbehandlungsgrundsatz entgegen. Als plausibles Werkzeug zur Neugestaltung der Grundpreisstaffelung wäre die Verknüpfung von Wohneinheiten statt Zählergröße denkbar.

Die Digitalisierung bietet eine Vielzahl an Instrumenten, welche die Möglichkeiten der Wasserwirtschaft erweitern: dezentrale Datenaufnahme, Übermittlung und Vernetzung unterschiedlicher Daten, automatisierte Analysen sowie Visualisierung bzw. Optimierung von Betriebsabläufen sind hier nur einige Stichworte. An dieser Stelle besteht ein großes Potenzial, um digitale Daten für Entscheidungs- und Steuerungsprozesse zu nutzen, und dies sogar im Idealfall in Echtzeit. In der Folge lassen sich Wirtschaftlichkeit und Flexibilität der Wasserversorgung verbessern und optimieren. Ebenso führt die Digitalisierung zu einer neu-

en Erwartungshaltung der Kunden in Bezug auf die Verfügbarkeit digitaler Dienste, Interaktionsmöglichkeiten über neue Medien und den Umgang mit personenbezogenen Daten.

Da in Zeiten des Klimawandels das Mitwirken der Verbraucher unumgänglich ist, stellt sich die spannende Frage, wie Zählerdaten unter Beachtung der Datenschutzrichtlinien genutzt und dabei nicht nur den Versorgern, sondern gerade auch den Verbrauchern zugänglich gemacht werden können. Die entsprechenden Instrumente dafür stehen bereits zur Verfügung. Doch auch ungeachtet dieser Fragestellung gilt, dass elektronische Funkwasserzähler in Kombination mit modernen Fernauslese- und Prozessleitsystemen sowie einer intelligenten Datenanalyse die Grundlage zur effizienten Führung moderner Wasserversorgungsnetze bilden. ■

Die Autoren

Stephan Hahn ist technischer Betriebsleiter beim Zweckverband Gruppenwasserwerk Florenberg.

Dr.-Ing. Thomas Gutzke ist geschäftsführender Gesellschafter bei der envi-systems GmbH.

Clemens Pritzl ist Softwareentwickler bei der envi-systems GmbH.

Kontakt:

Stephan Hahn
Zweckverband Gruppenwasserwerk
Florenberg
Unterer Ortesweg 23
36093 Künzell
Tel.: 0661 390-80
E-Mail: shahn@gww-florenberg.de
Internet: www.gww-florenberg.de

Platinum Sponsor

ROSEN
empowered by technology

Golden Sponsors

MAATS **NDT GLOBAL** **DENSO**

Silver Sponsors

SIEMENS **TRAPIL** **GOTTSCHE LOWE DETECTA**