

# *GESTRA*

## *Sonderdruck*

### *Die moderne Ausrüstung von Dampf- und Heißwassererzeugern*

- *Vom mechanischen zum BUS- bzw. SIL-fähigen Wasserstandsbegrenzer*
- *Von der Dampfkesselverordnung (DampfKV) zur Druckgeräterichtlinie und Betriebssicherheitsverordnung (DGRL/BetrSichV)*
- *Von der TRD zu den EN-Regelwerken*
- *TÜV- oder EG-Baumusterprüfung*



Vom TÜV zertifiziert  
nach SIL 3

## SPECTOR – ein System erfüllt alle Anforderungen!

Die GESTRA AG bietet mit den BUS-fähigen Wasserstandsreglern/-begrenzern der SPECTOR-Familie bereits die vierte Generation sicherheitstechnischer Ausrüstungskomponenten an.

In der weiteren Betrachtung wollen wir vor allem auf die Ausrüstungskomponenten der Kesselgruppe IV gem. DampfKV bzw. dem Diagramm 5 der DGRL eingehen. An einzelnen Stationen der Ausführung werden wir auch auf die Kesselanlagen der Gruppen II und III eingehen.

Ferner werden nur Kesselanlagen mit schnell regelbarer Feuerung in diesem Artikel betrachtet – also die Kesselanlage, wie sie heute am häufigsten anzutreffen ist.

### Die Entwicklungsgeschichte:

Wurden bis zum Beginn der 70er Jahre im Allgemeinen Schwimmer-Wasserstandsregler/-begrenzer eingesetzt, so kann man am Markt feststellen, dass diese Geräte heute nahezu bedeutungslos geworden sind.

Seit Anfang der 70er Jahre verloren Schwimmersysteme verstärkt an Bedeutung, während die Bedeutung der Elektroden-Wasserstandsbegrenzer permanent zunahm.

Welche Faktoren waren für diese Entwicklung verantwortlich?

### A Schwimmer-Wasserstandsbegrenzer (siehe Abb. 1)

Schwimmer-Wasserstandsbegrenzer arbeiten nach dem Auftriebsprinzip einer Schwimmerkugel, an der über eine Schwimmerstange ein Dauermagnet montiert ist. Im Anschlusskopf des Schwimmers sind Magnetschalter angebracht, die durch die magnetische Kraft des Dauermagneten umschalten, wenn dieser die Schalter passiert.

Die Ausgangskontakte der Magnetschalter wurden in die Sicherheitskette eingebunden und haben die Brennstoffzufuhr unterbrochen und verriegelt. Bei dem Versuch, diese einfachen Geräte für den wachfreien Betrieb zu ertüchtigen, wurde mittels Handmagnet bzw. in der weiteren Entwicklung über Elektromagnete in vorgegebenen Zeitintervallen – in der Regel täglich bzw. alle 6 Stunden – die Schwimmerkugel unter den vorhandenen Wasserspiegel gedrückt. Wassermangel wurde somit vortäuscht und die Sicherheitskette überprüft. Bedingt durch das physikalische Messprinzip und die in der Praxis gewonnene Erfahrung, welche sich auch in den VdTÜV-Schadensdateien widerspiegeln, ergaben sich in der weiteren Entwicklung der technischen Regelwerke zusätzliche Anforderungen an den Betrieb von Schwimmerbegrenzern wie z. B. die Reduzierung der maximal zulässigen Kesselwasserleitfähigkeit von 8.000 auf 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , der regelmäßige Austausch der Magnetschalter usw., wodurch Kesselschäden vermieden werden sollte, die Betriebskosten jedoch gleichzeitig stiegen.

### B Elektroden-Wasserstandsbegrenzer „einfacher Bauart“ (siehe Abb. 2)

Um die Nachteile der Schwimmersysteme so weit wie möglich zu kompensieren, begann man Ende der 60er Jahre mit dem Einsatz von Elektroden-Wasserstandsbegrenzern, die auf die Verwendung mechanisch bewegter Teile verzichteten. Bei diesen Systemen nutzte man die elektrische Leitfähigkeit des Kesselwassers und damit verbunden die Widerstandsänderung in Abhängigkeit vom Aggregatzustand an der Elektroden spitze. Zwischen Elektrodenstab und Gegenelektrode (Schaumschutzrohr oder Messgefäß) ergeben sich um ein Vielfaches größere Abstände, d. h., Korrosionen auf den Innenflächen der Gegenelektroden (Schutzrohr oder Messflasche) haben bei diesen Systemen keine negativen Auswirkungen auf die Funktionssicherheit.

Auch hier wurde der Versuch unternommen, die Systeme für den wachfreien Betrieb zu ertüchtigen, indem man die Isolationsüberwachung durch eine tägliche/ 6-stündige Zwangsprüfung realisierte. Dies erfolgte z. B. durch Einblasen von Stickstoff in das sog. Schaumschutzrohr, wodurch der Wasserspiegel so weit absackte, dass die Elektroden spitze den Wasserkontakt verlor und somit Wassermangel meldete, die Brennstoffzufuhr abschaltete und diese verriegelt wurde.

Abb. 1

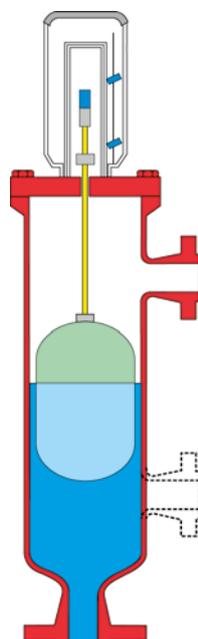


Abb. 2

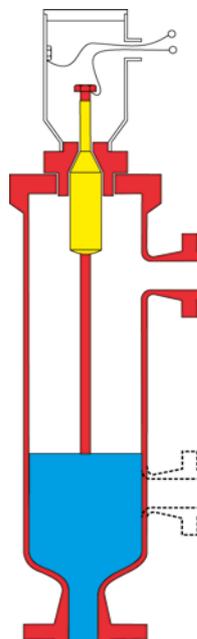
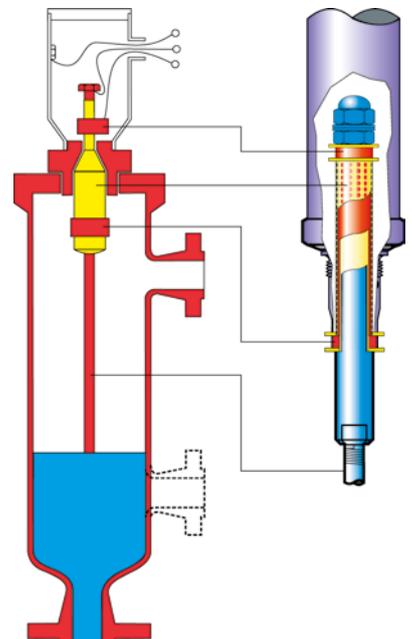


Abb. 3



Zwischen den Testintervallen, d. h. über mindestens 6 Stunden, ist selbst bei den vorgenannten Lösungen für Geräte „einfacher Bauart“ keine sichere Überwachung des Isolators gegeben. Dementsprechend fällt das System bei Nebenströmen über den Isolator (Verschmutzung) oder Defekten in der Elektrodendurchführung bzw. auf der Zuleitung in einen unsicheren Betriebszustand.

Wasserstandsbegrenzer „einfacher Bauart“ finden heute nur noch in Kesselanlagen der Gruppe II und III Verwendung, da diese Anlagen bezüglich des Gefahrenpotenzials geringer eingestuft wurden als die Kesselanlagen der Gruppe VI.

Mit dem Kompaktsystem NRGs 11-2 (PN 6) – Gruppe II – bzw. NRGs 16-2 (PN 40) – Gruppe III – der SPECTORcompact-Familie hat GESTRA auch hier neue Maßstäbe gesetzt, indem der Begrenzer „einfacher Bauart“ erstmalig redundant bis zu den Elektrodenspitzen aufgebaut wurde, d. h., es müssen jetzt mindestens zwei Fehler gleichzeitig auftreten, bevor diese weiterentwickelten Systeme zur „unsicheren“ Funktion neigen.

**C Wasserstandsbegrenzer „besonderer Bauart“ (siehe Abb. 3)**

Von der sicherheitstechnischen Betrachtung ausgehend, dass 2 voneinander unabhängige Systeme nicht gleichzeitig ausfallen bzw. in diesen irgendeine Fehler auftreten, wurden bereits Anfang der 70er Jahre die Systeme „besonderer Bauart“ konzipiert. Bei diesen Geräten wurden die Isolation der Elektrode, die Elektrodendurchführung sowie die Kabelverbindung zum Schaltverstärker in die ständige Überwachung mit einbezogen. Die Auswerteelektronik unterlag jedoch keiner automatischen Überwachung.

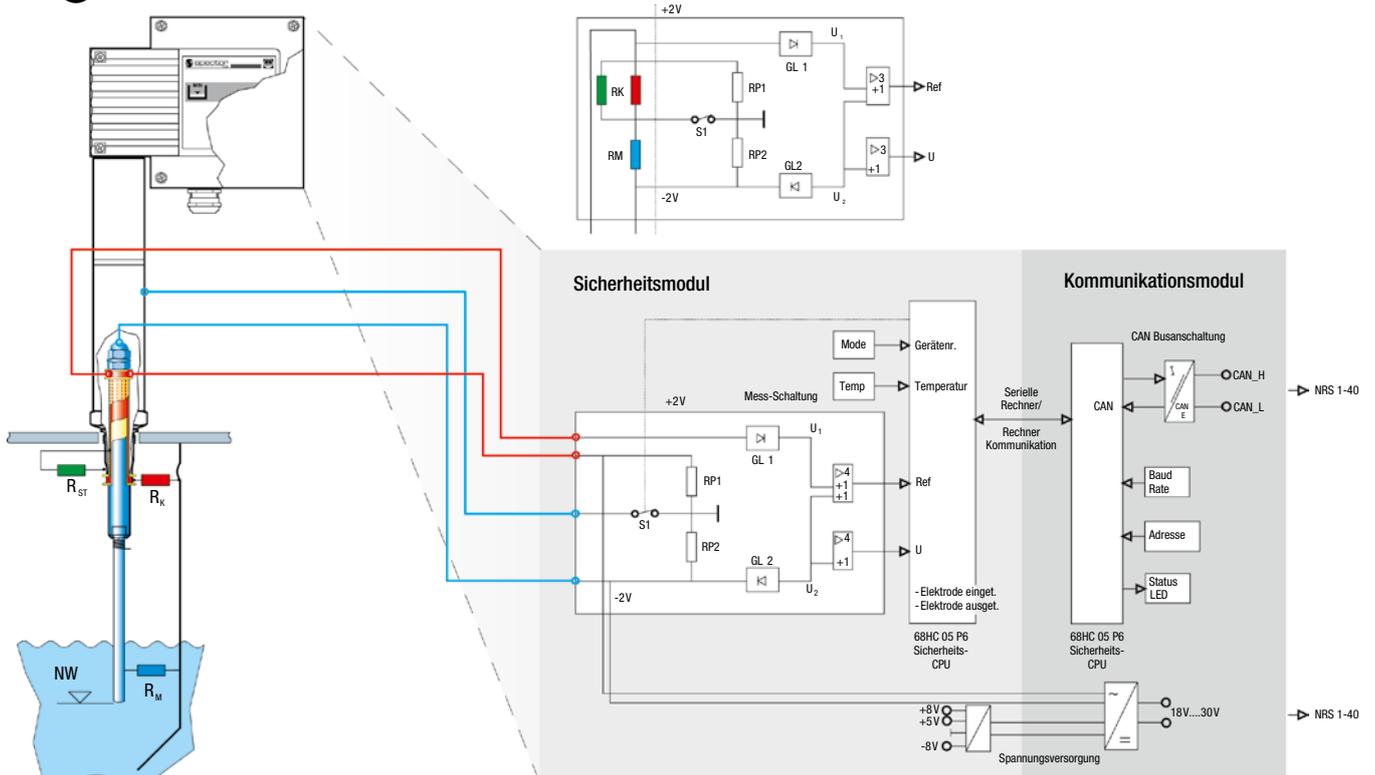
Einrichtungen dieser Bauart mussten und müssen mindestens alle 6 Monate von einem Sachkundigen bzw. beim 72-Stunden-Betrieb von einem Sachverständigen überprüft werden. Die Überprüfung erfolgt durch das Absenken des tatsächlichen Wasserstands im Kessel unter die NW-Marke. Mittels der in Reihe geschalteten Ausgangskontakte des 2-kanaligen Schaltverstärkers wird die Feuerung außer Betrieb genommen und verriegelt.

**D Wasserstandsbegrenzer „besonderer Bauart“ mit periodischem Selbsttest auf Redundanzverlust in der Auswerteelektronik gem. EN 50156 (vorm. VDE 0116)**

Wesentlichste Weiterentwicklung dieser auf dem VdTÜV-Merkblatt „Wasserstand 100“, Ausgabe 4.90, basierenden, Anfang der 90er Jahre zugelassenen Systeme ist im Vergleich zu den unter C genannten Komponenten der periodische Selbsttest in der Auswerteelektronik.

Alle 40 Sekunden wird die Elektronik einschließlich der Zeitglieder für die Zeitverzögerung selbsttätig auf einwandfreie Funktion aller Auswertungskanäle getestet und die Ansteuerung der Ausgangsrelaiskontakte überprüft. Parallel hierzu läuft zusätzlich eine automatische Kontrollroutine, welche die Funktion des periodischen Selbsttests durchführt. Tests dieser Art laufen im Hintergrund der Elektronik ab und sind von außen nicht erkennbar. Für diese Geräte wird beim 72-Stunden-Betrieb die Sachverständigenprüfung nur einmal im Jahr gefordert.

Abb. 4



## E SPECTOR – die Zukunft hat bereits begonnen (siehe Abb. 4)

Mit der neuesten Produktfamilie setzt GESTRA wieder Maßstäbe im Bereich der Kesselausrüstung und festigt hiermit ihre Position als Marktführer. Neben den vorstehend genannten Eigenschaften der bisherigen Systeme zeichnen sich diese zum Jahrtausendwechsel entwickelten Systeme durch weitere innovative Lösungen zur Erhöhung der Betriebssicherheit und Kostenreduzierung aus.

### Diese beinhalten:

- Aktive selbsttätige Überwachung der Kabelverbindung Sensor-Auswertelektronik durch BUS-Anbindung.
- Aktive Überwachung der Relaisausgangskontakte
- Im Hinblick auf die bisherigen Systeme endete die Überwachung bei der Ansteuerung der Ausgangsrelais. Mit dieser neuen Lösung hat GESTRA den Stand der Technik im Bereich der Sicherheitsstromkreise neu definiert, da durch diesen Test auch verschweißte Relaiskontakte erkannt werden.
- Besseren Informationskomfort durch getrennte Anzeige der Zustände „Elektrode ausgetaucht“ bzw. „Abschaltung der Sicherheitskette“ sowie weiterer Störquellen
- Separaten Meldekontakt für die unverzögerte Wassermangelmeldung im Rahmen der Funktionsprüfung sowie für Störmeldungen.
- Ansprechempfindlichkeit ab 0,5 µS/cm, d. h. geeignet auch für „salzfreies“ Speisewasser, keine getrennte Lagerhaltung bzw. Bestellung mehr.

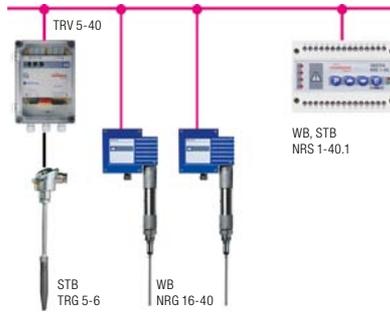


Abb. 5 GESTRA Kesselsicherheitssystem

Ferner wird erstmals von Wasserstandsbegrenzern und -begrenzersystemen gesprochen, da bei dieser neuartigen Technik durch zeitlich unterschiedliche Abfragen von 2 Gebern auf ein Auswertungsgerät die geforderte Unabhängigkeit sichergestellt ist. Ferner wurde bei diesem System der sicherheitstechnische, periodisch wiederkehrende Selbsttest von dem Niveauschalter, wie bisher beim System 1 üblich, in die Elektroden dupliziert. Dies ist in der Tat nahezu eine Revolution im Bereich der Sicherheitstechnik, spiegelt aber zugleich den hohen Sicherheitsstandard dieser Technologie wider und stellt in unseren Entwicklungsplanungen zum Nutzen unserer Kunden noch nicht das Ende dar.

Alle genannten Systeme können sowohl innen liegend in ein Schaumschutzrohr „Wasserstand100“ als auch außen liegend in ein Messgefäß eingebaut werden.

Bei außen liegendem Einbau ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass negative Einflüsse wie Ablagerungen bzw.

Dichtwachsen der Verbindungsleitungen zum Kessel sicher verhindert werden. Wir erfüllen diese Forderung durch den Einsatz geprüfter Überwachungslogiken (SRL 6), die eine Spülung der Messflasche alle 24 bzw. 72 Stunden erzwingen.

Als logische Konsequenz aus dem bisherigen Wasserstandsbegrenzersystem NRG 16-40/ NRS 1-40 wurde das GESTRA-Kesselsicherheitssystem entwickelt und am Markt eingeführt.

Das GESTRA-Kesselsicherheitssystem beinhaltet die Möglichkeit, bis zu 4 Begrenzerfunktionen auf ein Steuergerät NRS 1-40.1 aufzuschalten. Es bieten sich hier z. B. die Konstellationen 2xNW, 1xHW, 1xSTB bei Dampferzeugern mit Überhitzer oder 4xSTB bei Überhitzerkaskaden usw. an.

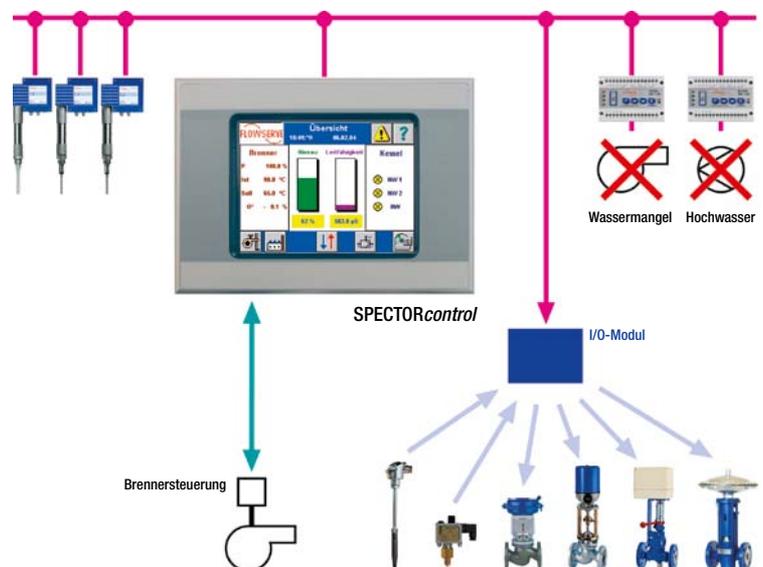
**Nutzen Sie die Möglichkeiten der modernen, zuverlässigen Kesselsicherheitstechnik und geben Sie sich nicht mit weniger zufrieden.**

Abgerundet wird die neue Technologie durch die TÜV- und EG-Baumuster-geprüften Systeme für die Leitfähigkeitsbegrenzung/ Absalzung und Abschlammlung sowie die neuen Sicherheitstemperaturbegrenzer mit integrierten Temperaturanzeigen Ist-/ Abschaltwert und zusätzlicher Integration von 2 weiteren, nicht sicherheitsrelevanten Widerstandsthermometern PT 100. Die intelligente Funktionalität der Systeme spart Kosten. Vergleichen wir eine 72-Stunden-Ausrüstung, werden aus bisher 7 Auswertungsgeräten nur noch 4 Geräte. Geräte, die Sie nicht benötigen, müssen Sie nicht kaufen, einbauen, verdrahten usw.

Abb. 6

### 5 Regler wählbar als:

- Stetig-, 2-Punkt-, 3-Punktregler
  - 2-Punktregler auch für Mehrfachpumpenbetrieb möglich
- 1 Dreikomponentenregler wählbar als:
- Stetig- oder 3-Punkt-Schrittregler



**F Wasserstandbegrenzer „besonderer Bauart“ mit periodischem Selbsttest und funktionaler Sicherheit nach EN 61508, zertifiziert nach SIL 3 (siehe Abb. 7)**

Gegenüber den vorstehenden Systemen unterscheiden sich die Wasserstandbegrenzer der neuen Produktfamilie SPECTORmodul dadurch, dass sie neben der TÜV- und EG-Baumusterprüfung auch nach SIL 3 zertifiziert wurden.

Mit der Veröffentlichung der EN-Normen 12952 (Wasserrohrkessel) und 12953 (Großwasserraumkessel) wurde in den Teilen Ausrüstung EN 12952-7 bzw. EN 12953-6, Abs.4.3.2, Ausgabe 12.2008 erstmals für jede Begrenzereinrichtungsfunktion eine Gefährdungsanalyse gefordert. Für Kesselschutzsysteme gilt, nicht unter SIL 2. Mit den neuen Systemen NRG 1.-50 (PN 40-PN 320) / NRS 1-50, NRG 16-36 / NRS 1-50 erfüllen wir nicht nur die neuesten Forderungen, sondern setzen zudem auch neue Akzente in Bezug auf Sicherheit, Funktionalität und Service.

Die neuen Systeme entsprechen SIL 3 (Safety Integrity Level) und wurden konsequent entsprechend den Anforderungen nach IEC 61508 (Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer / elektronischer / programmierbarer elektronischer Systeme)

entwickelt und gefertigt. Begleitet wurde die Entwicklung durch die Einführung eines Safety Management System (FSM) und die Überprüfung der Fertigungsstätten durch den TÜV Süd.

Die sog. Livetime und der Proof-Test-Intervall betragen 20 Jahre, d.h. die Zertifizierung nach IEC 61508 SIL 3 erlischt nach 20 Jahren. Während dieser Zeit sind keine besonderen Funktionsprüfungen erforderlich.

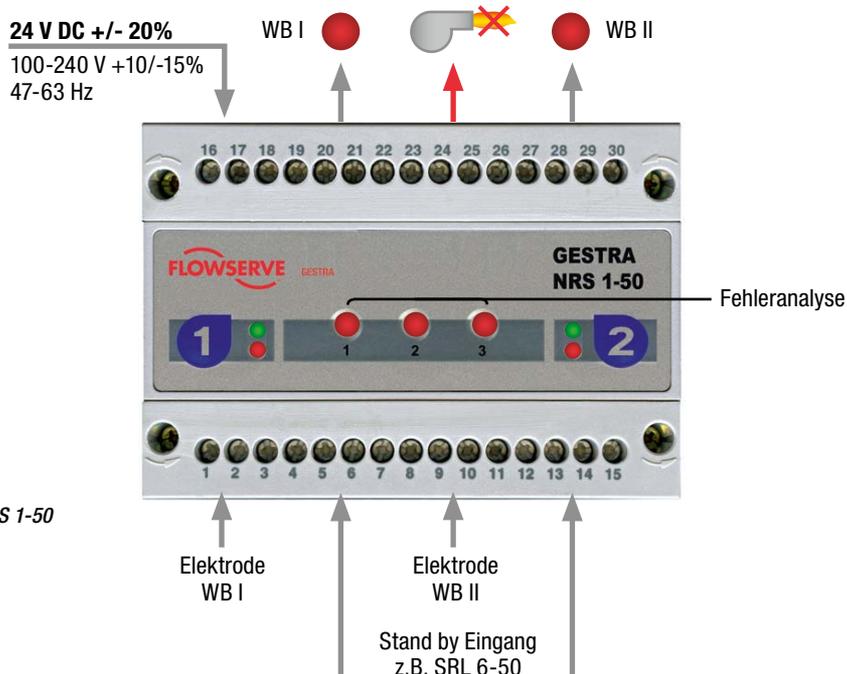
**Besondere Merkmale des Systems sind:**

- Leicht zugängliche abnehmbare Anschlussklemmen (Möglichkeit der einfachen und schnellen Messung)
- Spannungsversorgung 24 V DC +/- 20% (Unabhängigkeit von den unterschiedlichen Netzspannungen, Vermeidung von Sonderausführungen, Eignung für gesicherte Batterienetze ohne zusätzliche Komponenten wie Wechselrichter etc.) [Optional ist auch 100-240 V +/-10/-15%, 47-63 Hz erhältlich]
- Fehleranalyse, visualisiert über Leuchtdioden
- Reduzierung der Schaltschrankkosten durch die Verwendung eines Steuergerätes für 2 Elektroden
- Variable Beschaltung der Ausgangskontakte (Anpassung an noch bestehende Unterschiede der nationalen Regelwerke in den europäischen Mitgliedstaaten)

- Zwei unabhängige, direkt schaltende Meldekontakte für die Signalisierung WB I / WB II
- Reduzierung der Systemkosten für ein System mit zwei Begrenzerelektroden



**Abb. 8**  
Niveauelektroden NRG 16-50



**Abb. 7**  
Niveauschalter NRS 1-50



## **GESTRA AG**

Münchener Straße 77, D-28215 Bremen  
Postfach 10 54 60, D-28054 Bremen  
Telefon +49 (0) 421-35 03-0  
Telefax +49 (0) 421-35 03-393  
E-Mail [gestra.ag@flowserve.com](mailto:gestra.ag@flowserve.com)  
Internet [www.gestra.de](http://www.gestra.de)

