## AUS DEM MINISTERIUM

**Wasser marsch!**

Das Wasserfördersystem Hytrans Hydrosub 150 in Bayern.

*Von Horst-Eberhard Dolle, Ministerialrat, StMI - Sachgebiet ID2*

**WFS der Feuerwehr Rosenheim im Hochwasse- reinsatz 2013 (Fischerdorf).***.*

**AB-WFS**

**mit abgesetz- tem Pumpen- modul.**

**Pumpenmodul des Wasserför- dersystems im Einsatz.**

Der wichtigste Partner oder Gegner der Feuerwehren ist nach wie vor Wasser. Bei der Brandbekämpfung dient es zum Löschen oder Kühlen gefährdeter Objekte. Im Hochwasse- reinsatz gilt es, große Wassermassen zu entfernen. In beiden Einsatzsitua- tionen kann es erforderlich werden, dass große Wassermengen gepumpt werden müssen. Die bei den Feu- erwehren üblichen Feuerlöschkrei- selpumpen können zwar diese Auf- gaben erfüllen, müssen dann aber in großer Zahl und erheblichem Schlauchbedarf eingesetzt werden.

Ein personal- und ressourcen- schonende Alternative für die För- derung großer Wassermengen bietet das von der niederländischen Firma Hytrans entwickelte Wasserförder- system Hydrosub. Bei der Inter- schutz 2005 vorgestellt, fand es das Interesse des Verfassers. Nach Schaffung der haushaltsrechtlichen

Voraussetzungen, der Sicherung der Finanzierung und der europaweiten Ausschreibung konnte im Jahr 2012 die Beschaffung der ersten sechs Systeme eingeleitet werden. Wie der Zufall spielt, wurden die ersten drei Wasserfördersysteme just in der Zeit der Hochwasserkatastrophe an der Donau im Jahr 2013 ausgeliefert, so dass zwei Systeme quasi von der Herstellerfi direkt in den Ein- satz gingen, um dort erfolgreich im Landkreis Deggendorf eingesetzt zu werden.

Mit diesem Artikel soll das Was- serfördersystem in groben Zügen vorgestellt sowie der taktische Ein- satzwert und die wichtigsten techni- schen Merkmale dargestellt werden. Außerdem wird ein Überblick über Stationierung, Anforderungsver- fahren, Einsatzrahmenbedingungen und die weitere Entwicklung ge- geben.

### Systembeschreibung und techni- sche Daten

Bei Hydrosub handelt es sich um ein auf einem Abrollbehälter verlasteten Wasserfördersystem (WFS), das im Wesentlichen aus einem Pumpenmo- dul und einem Schlauchmodul be- steht. Als Trägerfahrzeug muss min-



destens ein dreiachsiges WLF mit einer maximalen zulässigen Gesamt- masse von 26 t verwendet werden. Das Pumpenmodul umfasst das absetzbare Motorpumpenaggregat, Hydraulikschläuche und die hydrau- lisch angetriebene Schwimmpumpe HFS 3000 zur Wasserentnahme aus offenen Gewässern. Das Schlauch- modul beinhaltet 2000 m in Buchten liegende F-Schläuche (DN 150).

Der Abrollbehälter entspricht DIN 14505, er weist eine Länge von 6,90 m und ein Masse von rund 13 t auf.Ein stationärer Dieselmotor mit einer Leistung von rund 150 kW treibt das Hydraulikaggregat an. Eine elektronische Betriebsüber- wachung garantiert ein stabiles Dauerbetriebsverhalten. Der Förder- strom der hydraulisch angetriebenen Tauchpumpe ist vom Betriebsdruck der Hydraulikpumpe abhängig. Für eine Einsatzdauer von weniger als 4 Stunden arbeitet das System mit

# 58 brandwacht 2/2016

einem Betriebsdruck von 320 bar. Bei Dauerbetrieb von mehr als 4 Stunden wird der Betriebsdruck auf 270 bar begrenzt, um eine thermi- sche Belastung zu vermeiden.

Als Maximalwert kann mit dem Standard-Pumpenrad (Standard-Im- peller) ein Förderstrom von 4000 l/ min (240 m3 / h) bei einem Förder- druck von 8 bar erreicht werden, mit dem Hi-Flow-Impeller (Lenzsatz) sogar 8000 l/min bei etwa 2 bar. Die Verbindung zwischen Hydraulik- pumpe und Schwimmpumpe erfolgt über zwei auf Schlauchhaspeln ge- lagerten Hochdruckhydraulikschläu-

**Pumpenkennlinien der Standardpumpe im Vergleich zu den Pumpenkennlinien der Lenzpumpe.** *Quelle: Hytrans Systems.*

chen. Deren Schlauchlänge von 60 Metern gewährleistet damit auch Einsätze in schwer zugänglichen Bereichen, z.B. Uferböschungen und nicht befahrbaren Uferfl chen, da das Motorpumpenaggregat nicht di- rekt an der Wasserfläche in Stellung gebracht werden muss. Praktisch las- sen sich so auch große Höhen zwi- schen der Wasseroberfl che und dem Einsatzobjekt überbrücken. Ist die zu überwindende Förderhöhe aber so groß, dass am Wasserübergabepunkt ein zu geringer Druck ansteht, dann kann dies systemseitig mit einer Druckerhöhung durch Verringerung des Förderstroms ausgeglichen wer- den (siehe auch Pumpenkennlinien) oder durch Anschluss einer weiteren Pumpe (weiteres WFS oder Verstär- kerpumpe).

Eine im AB fest eingebaute Seil- winde erleichtert den Aufbau und die Rücknahme der Schwimmpumpe, vor allem bei vertikalen Einsätzen. Alternativ kann auch ein Kran, bei- spielsweise vom WLF, eingesetzt werden, wenn dieser zur Verfügung steht. Die Schwimmpumpe vom Typ HFS 3000 besitzt eine Eigenmasse von 115 kg. An dem Transportrah- men mit integriertem Auftriebskör- per sind unterseitig Räder und Ku- fen für einen einfachen horizontalen Transport mit 2 Einsatzkräften an- gebracht. Das Standard-Pumpenrad kann mit bordeigenem Werkzeug in- nerhalb von etwa 15 Minuten gegen einen Lenzsatz ausgetauscht werden. Die 50 Meter langen F-Schläuche aus verrottungsfestem Armtexgewe- be sind jeweils mit 4 verschiebbaren Schlauchbruchmanschetten verse- hen. Mit diesen können im Einsatz-

fall kleinere Leckagen ohne weite- re Hilfsmittel abgedichtet werden, wenn der Schlauch kurz drucklos gemacht wird. Die Schläuche wer- den in Buchten gelagert und direkt vom fahrenden Fahrzeug aus mit bis zu 40 km/h verlegt.

Für die Aufnahme der Schläu- che ist auf dem Abrollbehälter eine Schlauchaufnahmevorrichtung mit einer Aufnahmeleistung von ca. 30 m F-Schlauch/min angebracht. Mit die- ser Vorrichtung werden die Schläu- che nach dem Einsatz entwässert, gereinigt und wieder in den Behälter gelegt. Verschiedene Armaturen und drei Sätze Schlauchbrücken für eine Belastung bis 13 t vervollständigen die Ausrüstung. Ergänzt wird das System durch erforderliche Armatu- ren zur Wasserverteilung (Verteiler F-5B, Sammelstück F-2A u. a.). Als zusätzliche Ausstattung beschafft der Freistaat Bayern Flutmodule für Hochwassereinsätze und Verstärker- pumpen.

Die Verstärkerpumpe wird über eine Förderleistung von mind. 3.300 l/min bei 7 bar Druckerhöhung ver- fügen. Diese Pumpe wird auf einem Anhänger aufgebaut (gesamte An- hängermasse < 2.000 kg). Sie dient vor allem einer Druckerhöhung im steilen Gelände.

Ein Flutmodul besteht aus drei Tauchpumpen jeweils mit zwei Schwimmbehältern, drei beson- ders reibungsarmen 12 Zoll-Druck- schläuchen (DN 300) mit einer Länge von jeweils 100 m und aus Hydraulikleitungen mit Verteilern.

Das Flutmodul (Hochwassermo- dul) ist eine Ergänzung zum Abroll- behälter. Mit diesem Modul kann

eine Fördermenge von mehr 40.000 l/m erzielt werden (Lenzbetrieb). Es kommt daher bei Hochwasse- reinsätzen (Förderung einer großen

Wassermenge über eine kurze Stre- cke) zum Einsatz. Das Flutmodul wird entweder auf einem Anhänger oder auf einem Versorgungs-Lkw transportiert. Die drei Tauchpumpen des Flutmoduls werden hydraulisch von der Pumpeneinheit angetrieben.

### Fortetzung folgt im nächsten Heft!

**Vorbereitung**

**der Schlauch- aufnahme.**

*Aufn.: BF Nürn- berg (2).*

**Flutmodul mit Pumpen, Schwimm- körpern und Schläuchen.**

*Quelle: Hytrans Systems.*

# brandwacht 2/2016 59

**Wasser marsch!**

## Das Wasserfördersystem Hytrans Hydrosub 150 in Bayern

*Von Horst-Eberhard Dolle, Ministerialrat, StMI - Sachgebiet ID2.*

### Fortetzung aus Heft 3/2016

Die Wasserfördersysteme können als selbstständige taktische Einheiten zur Förderung großer Wassermen- gen über lange Schlauchstrecken so- wie für Hochwassereinsätze (Lenz- betrieb) mit einer Truppbesatzung ( 1/2 ) eingesetzt werden. Gleichwohl ist zu empfehlen, sie in einem grö- ßeren Einsatz in einem eigenen Ein- satzabschnitt „Wasserversorgung“ einzubinden. Der Einsatzabschnitt

„Wasserversorgung“ wird dann in die Bereiche „Wasserentnahme“ und

„Wasserförderung“ gegliedert. Im Bereich „Wasserentnahme“ wird das Motorpumpenaggregat in Stellung gebracht und die Schwimmpumpe zu Wasser gelassen. Die Bedien- mannschaft, bestehend aus zwei Trupps eines unterstützenden LF, übernimmt anschließend die laufen- de Betriebsüberwachung.

Das WLF verlegt im Bereich „Was- serförderung“ die Schlauchleitung. Die Besatzung des WLF kontrol- liert dabei die korrekte Schlauchaus- bringung, installiert die benötigten

Armaturen (alle 500 m ein Absperr- schieber), übernimmt den Aufbau der Schlauchbrücken und richtet die Wasserübergabepunkte mittels Ver- teiler F-5 B oder Sammelstück F-2 A her. Hinter dem Wasserüberga- bepunkt kommen i.d.R. noch ein bis mehrere SW 2000 und entspre- chende Unterstützungseinheiten zur Verteilung der angelieferten Wasser- menge zum Einsatz. Dieser Bereich zählt dann auch noch zum Einsatz- abschnitt „Wasserversorgung“.

Für den Aufbau des Systems von der Erteilung des Einsatzauftrages bis zur Förderung von Wasser zum 2000 Meter entfernten Wasserüber- gabepunkt wurde in praktischen Ver- suchen ein Zeitrahmen von 30-40 Minuten gemessen. Für den Rück- bau bis zur Wiederherstellung der Einsatzbereitschaft wurde 1 Stunde 45 Minuten benötigt.

Bei dem WFS handelt es sich, im Vergleich zu Schlauchwagen SW 2000, um ein sehr effektives Einsatz- mittel für die Wasserförderung bis zu

einer befahrbaren Förderstrecke von

2.000 Metern. Alles darüber hinaus muss konventionell mit B-Schläu- chen aufgebaut werden, wenn nicht ein zweites Wasserfördersystem oder die Möglichkeit der Pufferung zur Verfügung steht.

Neben der Brandbekämpfung kann es auch wirkungsvoll bei Hochwasserlagen eingesetzt wer- den. Vorteile des HFS sind der ge- ringe Personalaufwand von 9 Ein- satzkräften und die geringe Rüstzeit von 30-40 Minuten. Ein Wasser- fördersystem ersetzt, bezogen auf den Förderstrom, vier SW 2000, zudem wird die Materialschlacht beim Aufbau mehrerer paralleler B-Schlauchleitungen mit Entnahme- und Verstärkerpumpen umgangen. Beim Einsatz gilt es zu beachten, dass der große Förderstrom eine mit dem Motorpumpenaggregat erreichbare unabhängige Lösch- wasserentnahmestelle voraussetzt. Weiterhin ist zu beachten, dass an dem Wasserübergabepunkt ein sehr

# 90 brandwacht 3/2016

großes Wasserangebot von 4.000

-5.000 l/min bestehen kann. Dies ist nur bei punktuellen Lagen, wie zum Beispiel einem Industriebrand oder Tankkühlungen, so auch erforder- lich. Bei ausgedehnten Lagen, zum Beispiel Waldbränden oder Flug- zeugabsturz auf Siedlungsbereichen, ist es erforderlich, das Wasser vom Übergabepunkt aus weiter konventi- onell mit B-Schläuchen zu verteilen. Bei Waldbränden oder anderen flä- chigen Einsatzlagen ist der Einsatz des Systems nur sinnvoll, wenn die Wasserverteillogistik sichergestellt ist oder ausreichend dimensionierte Pufferbecken vorhanden sind, die dann als offene Wasserentnahme- stellen genutzt werden können.

### Weitere Rahmenbedingungen und Hinweise

Auch wenn das WFS rasch einsetz- bar ist, so bedarf es doch einer plane- rischen und taktischen Vorbereitung. Für Objekte, die einen hohen Lösch- wasserbedarf über einen längeren Zeitraum haben können (z.B.: Sä- gewerk, Industrieanlage, Tanklager (Behälterkühlung), ausgedehnte Waldgebiete), wird empfohlen, den Einsatz von WFS vorzuplanen. Für den Einsatz und die Einsatzplanung sollten folgende Punkte beachtet werden:

* Der Einsatz eines WFS ist sinn- voll, wenn die Einsatzdauer vor- aussichtlich länger ist als die Vorbereitungszeit (zwei Stunden) plus Anfahrzeit. Dabei kann von folgenden Faustwerten ausgegan- gen werden:
	+ Vorbereitungszeit = Anforde- rungszeit (0,5 h) + Ausrückzeit (0,5 h) + Erkundungs-, Aufbau- und Rüstzeiten (0,5 h) = 1,5 h

≈ 2 h

* + Einsatzdauer > 2 h + Anfahrzeit (Entfernung [km] / 50 [km/h]).
* Zur Löschwasserförderung muss eine ausreichend leistungsfähige Wasserentnahmestelle vorhanden und mit dem WLF in maximal 50 Meter Entfernung erreichbar sein.
* Es ist eine geeignete Stelle zur Wasserübergabe in erreichbarer Entfernung (max. 2.000 m, hö- henabhängig) zu bestimmen. Bei längeren Förderstrecken sind zu- sätzliche AB-WFS anzufordern.
* Zur Wasserverteilung ab Was- serübergabepunkt sind zusätzli- che Einsatzmittel vorzusehen (z. B.: SW 2000, GW-L2 mit Bela- dung SW) zur Weiterverteilung des Löschwassers.
* Zur Einweisung eines WFS sollte ein KdoW/MZF/MTW als Lot- senfahrzeug mit ortskundigem Lotsen vorgesehen werden, der die eintreffende Einheit von ei- nem Treffpunkt zur Einsatzstelle führt.
* Die Zufahrt zur Einsatzstelle muss über geeignete Tragfähig- keit verfügen und für Fahrzeuge mit Straßenantrieb befahrbar sein.
* Es ist ein Einsatzabschnitt Was- serversorgung (siehe oben) zu bil- den und ein Einsatzabschnittfüh- rer zu benennen.
* Die Verlegestrecke sollte frühzei- tig abgesperrt und ggf. gesichert werden. Dazu sind Verkehrssi- cherungsmaterialen bereitzu- stellen. Es empfiehlt sich, den Straßenbaulastträger bzw. ggf. den Bauhof einzubinden.
* Die Kommunikation im Einsatz- abschnitt und zur Einsatzleitung ist wegen der räumlichen Ausdeh- nung möglichst im 4-m-Band bzw. TMO vorzusehen.
* Nach 3 Stunden Betrieb muss Dieselkraftstoff bereitgestellt werden. Dies ist mit der Besat- zung des AB-WFS abzuklären.
* Am Wasserübergabepunkt (Ver- teiler F-5B) sind an den B-Ab- gängen sicherheitshalber Druck- begrenzungsventile einzubauen, um bei Druckstößen keine Über- lastung hervorzurufen.

### Förderstreckenberechnung

Zur Festlegung der jeweiligen För- derstrecken gibt es drei Möglich- keiten:

1. Bestimmung über das Bedienfeld am Pumpenmodul,
2. über ein Berechnungstool in einer Exceltabelle (mit PC, Notebook oder Laptop),
3. Konservativ mit Papier und Blei- stift zur überschlägigen Berech- nung, z.B. bei der Einsatzpla- nung.

Als Ausgangswerte sind für die händische Berechnung erforderlich:

* die Höhendifferenz h zwischen Oberfläche der Wasserentnah- mestelle und der Abstellfl che des Pumpenmoduls;
* die Höhendifferenz H zwischen der Abstellfl des Pumpenmo- duls und dem Wasserübergabe- punkt;
* die gewünschte Fördermenge Q.

Der erforderliche Förderdruck Perf ergibt sich nach der Formel:

Perf = (h+H)/10 + pArma + paus +

ρ/100 x L [ bar ]

mit

pArma = Reibungsverluste durch Armaturen ca. 1 [ bar ],

paus = Ausgangsdruck am Lei-

tungsende ≥ 1 [ bar ],

ρ = Reibungsverlust in Ab- hängigkeit der Fördermenge [ bar/ 100m ], (siehe Tabelle 1).

Perf kann aus den Pumpenkennli- nien nach gewünschter Förder- menge und gewählter Drehzahl entnommen werden. Die Förder- strecke L bestimmt sich dann zu:

**Tabelle 1: Reibungsverluste ρ pro 100 m F-Schläuche**

L = (Perf - (h+H)/10 - pArma - paus ) x 100/ρ [ m ]

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Fördermenge [ l/min ] | 500 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 | 3.500 |
| *Reibungsverlust*[ bar/100m ] | *0,012* | *0,043* | *0,088* | *0,148* | *0,222* | *0,309* | *0,408* |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Fördermenge [ l/min ] | 4.000 | 4.500 | 5.000 | 5.500 | 6.000 | 7.000 | 8.000 |
| *Reibungsverlust*[ bar/100m ] | *0,520* | *0,645* | *0,781* | *0,930* | *1,090* | *1,444* | *1,844* |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Fördermenge [ l/min ] | 9.000 | 10.000 |
| *Reibungsverlust*[ bar/100m ] | *2,288* | *2,775* |

### Standorte der WFS

Da die WFS als Einsatzmittel für besondere Lagen vorgesehen sind, werden auch an die Standorte be- sondere Anforderungen gestellt. Diese Anforderungen sind vor den Stationierungsentscheidungen de- finiert worden und wurden im Zu- sammenwirken mit den betroffenen Kommunen und den Regierungen umgesetzt.

Wesentliche Anforderungen sind:

# brandwacht 3/2016 91

**Standorte der Wasserfördersysteme in Bayern (Stand: 01.03.2016)**

Regierungsbezirk Standort alarmierende ILS

*Oberbayern Stadt Rosenheim Rosenheim*

*Niederbayern Stadt Passau Passau*

* Der Standort muss über eine oder mehrere leistungsfähige Feuer-

sowie der Funkrufname des Lotsen- fahrzeuges vereinbart bzw. übermit-

*Oberfranken Gemeinde Speichersdorf,*

*Lkrs. Bayreuth*

*Bayreuth-Kulmbach*

wehren verfügen, die einen Ein-

satz – auch regional, überregional

telt werden, um die Verbindungsauf-

nahme zu vereinfachen. Ebenso ist

*Mittelfranken Stadt Nürnberg Nürnberg*

*Unterfranken Stadt Schweinfurt Schweinfurt*

*Schwaben Stadt Augsburg Augsburg*

**Vorgesehene weitere Standorte und Beschaffungen**

oder sogar staatenübergreifend

– personell ggf. auch über meh- rere Tage sicherstellen können;

* Für den Transport des WFS müs-

ein Treffpunkt zu vereinbaren, von dem das WFS vom Lotsen aufge- nommen werden kann.

Regierungsbezirk Standort AB-WFS

Flut- modul

Verstärker- pumpe

sen ausreichend tragfähige WLF vorhanden sein (mind. dreiach-

### Schlussbemerkung

Mit den vom Freistaat Bayern be-

*Stadt Rosenheim 1 1*

*Oberbayern*

*Stadt München 1 1*

*Stadt Passau 1*

sig);

* Der Unterhalt des Systems und

schafften Wasserfördersystemen (AB-WFS) stehen den Feuerweh-

*Niederbayern*

*Stadt Plattling 1 1*

die Ausbildung der Bediener ist

ren sehr leistungsfähige Geräte zur

 *(Lkrs. Deggendorf) Oberpfalz Stadt Cham 1 1 1*

sicherzustellen. Regelmäßiges

Üben der Bediener ist zum Be-

Verfügung. Die Stationierung er-

folgte über die Fläche, um möglichst

*Oberfranken*

*Gde. Speichersdorf 1*

*(Lkrs. Bayreuth)*

*Markt Buttenheim 1 1*

*(Lkrs. Bamberg)*

herrschen des Systems erforder- lich;

* Auf Anforderung ist sicherzustel-

allen Feuerwehren eine Nutzung im Bedarfsfall zu ermöglichen. In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhun-

*Mittelfranken Stadt Nürnberg 1*

*Stadt Schweinfurt 1*

len, die Systeme unverzüglich

derts wurde in der Bundesrepublik

*Unterfranken*

*Gde. Großwallstadt*

*1 1 1*

in den Einsatz zu bringen, einschl.

Deutschland schon einmal versucht,

 *(Lkrs. Miltenberg) Schwaben*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Stadt Augsburg* |  | *1* |
| *Stadt Kempten* | *1* | *1* |

**Übersichtskarte Standorte AB WFS**

AB-WFS vorhanden AB-WFS geplant

Verstärkerpumpe geplant AB-WFS bei WF

eines ggf. zu entsendenden Vor-

kommandos zur Verbindungsauf- nahme, Erkundung und Einsatz- vorbereitung.

### Anforderungsverfahren

Die Wasserfördersysteme (Einsatz- mitteltyp Abrollbehälter-Wasserför- dersysteme (AB-WFS)) sind in der Datenbank des Einsatzleitsystems der entsprechenden ILS hinterlegt. Die Anforderung eines Wasserför- dersystems wird durch den jewei- ligen Einsatzleiter/ÖEL veranlasst. Sie erfolgt – ausschließlich – über die für das Schadensereignis örtlich zuständige ILS bzw. FüGK/ILS im Katastrophenfall. Die örtliche ILS fordert das WFS bei der für den Standort des WFS zuständigen ILS an. Diese alarmiert die jeweilige Feuerwehr entsprechend der hinter- legten Alarmierungsplanung.

Bei der Anforderung des WFS sollte bereits ein Funkkanal/Sprechgruppe

mit den sogenannten Wasserförder-

bereitschaften des Katastrophen- schutzes F-Schläuche für die Was- serförderung über lange Wegstrecke einzuführen. Dieses System konnte sich damals wegen der Schwierig- keiten bei der Handhabung dieser großen Schläuche nicht durchsetzen. Durch die Weiterentwicklung der Materialien sowie der Verlege- und Aufnahmetechnik konnten diese jedoch gedämpft werden. Die tak- tischen Aufgabenstellungen (Was- serabnahme und -verteilung) bleiben aber bestehen.

Wasserfördersysteme sind als zusätz- liche taktische Einsatzmittel zu ver- stehen und stellen eine Ergänzung der konventionellen Technik für die Wasserförderung mit Schlauchwa- gen und Löschfahrzeugen für beson- dere Einsatzlagen dar. Sie können und sollen die konventionelle Tech- nik (SW 2000 mit B-Schläuchen) aber in der Fläche nicht ersetzen. o

*Quellennachweis:*

*Hytrans Fire Systems:Benutzerhandbuch Hytrans Hydrosub 150, Lemmer (NL); unveröffentlicht | Andreas Weich: Wasserförderung über lange Wegstrecken im deutschen Feuerwehrwesen, Vergleich und Bewertung verschiedener Systeme, Projektarbeit, Fachhochschule Stralsund / Feuerwehr und Rettungsdienst Lan- deshauptstadt Düsseldorf,* [*http://www.brand-feuer.de/images/a/a6/Andreas.Weich16092014\_Projektarbeit\_WV\_kurz.pdf*](http://www.brand-feuer.de/images/a/a6/Andreas.Weich16092014_Projektarbeit_WV_kurz.pdf) *| Josef Baumgartner:„Wunderpumpe“, Brandwacht 4/2013, S. 132.*

# 92 brandwacht 3/2016