

Technická informácia  
TI 283C/07/de\_sk  
Nr. 51506684

# Sterilizovateľná IsFET-sonda pre pH-meranie

## TopHit H CPS 401

Na ionty selektívny tranzistor riadený poľom  
pre dlhodobu stabilnú meranie pH



### Výhody na prvý pohľad

- Nerozbitné
  - žiadne sklo, teleso sondy kompletne z PEEK
  - možná priama montáž do procesu v potravinárskom a farmaceutickom priemysle, šetrí náklady na odber vzorky a laboratórnu analytiku
- Možné nasadenie pri nízkych teplotách
  - krátka reakčná doba
  - dlhotrvajúca prenosť merania
- Stabilné merané hodnoty a lepšia hysterezia ako u sklenených elektród pri zmene teploty
  - sterilizovateľné
  - menšia chyba merania po zat'azení vysokou teplotou
- Dlhšie intervaly kalibrácie
- Takmer žiadna kyslá a alkalická chyba
- Zástrčné spojenie TOP 68 (IP 68) pre bezpečný prenos meranej hodnoty
- V kombinácii s automatickou výmenou armatúrou vhodné neobmedzene pre CIP-procesy

### Oblasti použitia

- Procesná technika a kontrola procesov
  - rýchlo sa striedajúcimi hodnotami pH
  - striedavými teplotami a tlakmi
- Potravinársky a farmaceutický priemysel (možné sterilizovať)
- Úprava vody a odpadných vôd
- Biotechnológie
- Kontrola soľanky / chladiacich prostriedkov

Quality made by  
Endress+Hauser



ISO 9001

# Endress + Hauser

The Power of Know How



## Princíp činnosti a konštrukcia systému

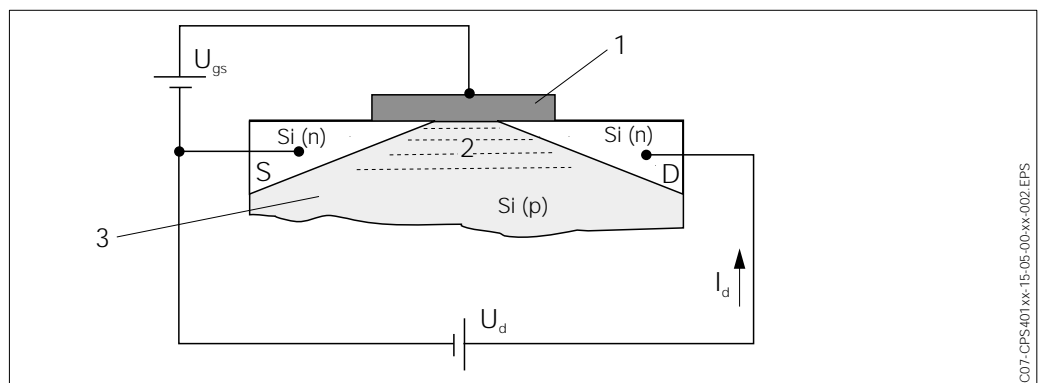
### Princíp merania

Iontovo **selektívne** event. obecné iontovo **senzitivne** tranzistory riadené poľom (ISFET) boli vyvinuté v 70. rokoch ako alternatíva k sklenenej elektróde pre meranie pH.

### Základy

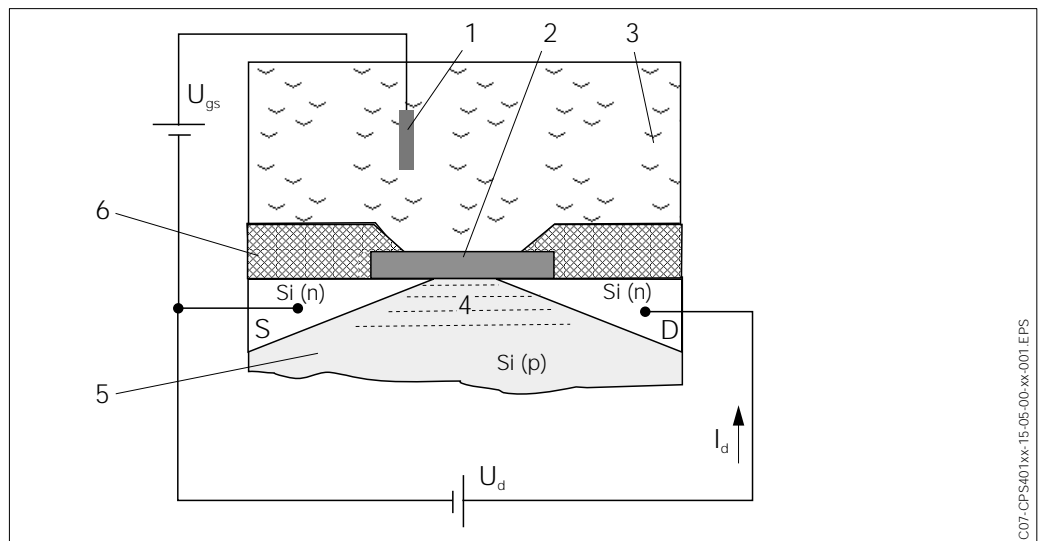
Iontovo selektívne tranzistory riadené poľom spočívajú v usporiadaní tranzistorov MOS (Metal Oxide Semiconductor) (prvý obrázok), ktorému chýba kovové *hradlo* ako riadiaca elektróda. Na jeho mieste sa nachádza u ISFET médium v priamom kontakte s vrstvou izolantu hradla (druhý obrázok).

V P-vodivom základnom materiále polovodiča (Si) sú nadifundované dve silno vodivé N-oblasti. Tieto pôsobia ako prúd dodávajúca ("Source", S) a prúd prijímajúca ("Drain", D) elektróda. Kovová *hradlová* elektróda (u MOSFET) event. médium (u ISFET) tvoria spolu s pod ňou sa nachádzajúcim substrátom kondenzátor. Rozdiel potenciálov (napätie) medzi hradlom a substrátom ( $U_{GS}$ ) spôsobuje zvýšenie elektrónovej hustoty v pásme medzi "Source" a "Drain". Vzniká N-vodivý *kanál* (4), takže vložení napätia ( $U_D$ ) preteká prúd  $I_D$ .



**MOSFET**

1	<i>kovové hradlo</i>	D	<i>Drain</i>
2	<i>kanál</i>	$U_D$	<i>Drain-napätie</i>
3	<i>p-dotujúci kremíkový substrát</i>	$U_{GS}$	<i>riadiace napätie medzi hradlom a Source</i>
S	<i>Source</i>	$I_D$	<i>Drain-prúd</i>



**ISFET**

1	<i>referenčná elektróda</i>	S	<i>Source</i>
2	<i>hradlová izolátorová vrstva</i>	D	<i>Drain</i>
3	<i>médium</i>	$U_D$	<i>Drain-napätie</i>
4	<i>kanál</i>	$U_{GS}$	<i>riadiace napätie medzi hradlovým izolátorom a Source</i>
5	<i>p-dotujúci kremíkový substrát</i>	$I_D$	<i>Drain-prúd</i>
6	<i>driek sondy</i>		

U ISFET vytvárajú v médiu existujúce ióny, ktoré sa nachádzajú v medznej vrstve médium/izolátor hradla, elektrické pole (*potenciál hradla*). Popísaný efekt vedie v polovodičovom kremíkovom substráte medzi "Source" a "Drain" k vzniku vodivého kanálu a spôsobuje tok prúdu medzi "Source" a "Drain".

Vhodné zapojenia sondy využívajú závislosť iontovo selektívneho potenciálu hradla k tomu, aby sa vytváral koncentracii určitého typu iónov proporcionálny výstupný signál.

**pH-selektívny ISFET**

Izolátor hradla slúži ako iontovo selektívna vrstva pre H<sup>+</sup>- ióny. Izolátor hradla je síce tiež pre tieto ióny nepriepustný (účinnok izolátora), dovoľuje ale *reverzibilné* (vratné) povrchové reakcie s H<sup>+</sup>- iónami.

Podľa kyslého alebo zásaditého charakteru meraných roztokov prijímajú funkčné skupiny v povrchu izolátora H<sup>+</sup>-ióny alebo tieto odovzdávajú (amfotérny charakter funkčných skupín). Toto vedie k *pozitívnemu* (H<sup>+</sup>- príjem v kyslom médiu) alebo k *negatívnejmu* (H<sup>+</sup>- odovzdávanie v zásaditom médiu) nabitíu povrchu izolátora. Tým sa môže využívať v závislosti od hodnoty pH *definovaný* povrchový náboj k riadeniu poľa v kanáli medzi "Source" a "Drain".

Procesy, ktoré vedú k vytváraniu potenciálu náboja a tým k radiacemu napätiu U<sub>gs</sub> medzi "hradlom" a "Source", sa popisujú Nernstovou rovnicou:

$$U_{gs} = U_0 + \frac{RT}{nF} \times \ln a_{ion} \quad (a)$$

U <sub>gs</sub>	...	napätie medzi hradlom a Source	n	...	molárna číslo
U <sub>0</sub>	...	Offset-napätie	F	...	Faradayova konštanta
R	...	plynová konštanta	a <sub>ion</sub>	...	aktivita iónov
T	...	teplota [K]			

Nernstov faktor je pri 20 °C známa hodnota -58 mV/pH.

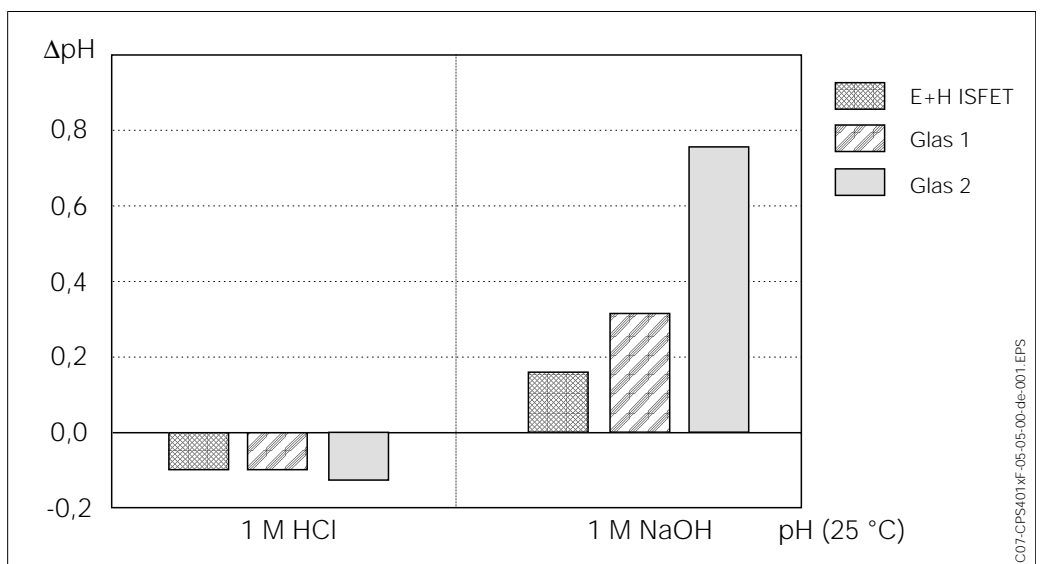
**Dôležité vlastnosti TopHit H CPS 401**

- Odolnosť proti rozbitiu

Odolnosť sondy proti rozbitiu je mimoridne dôležité hľadisko. Celá sensorika je uložená v drieku z PEEK. Len vysoko odolná izolátorová vrstva a referencia majú priamy kontakt s médiom.

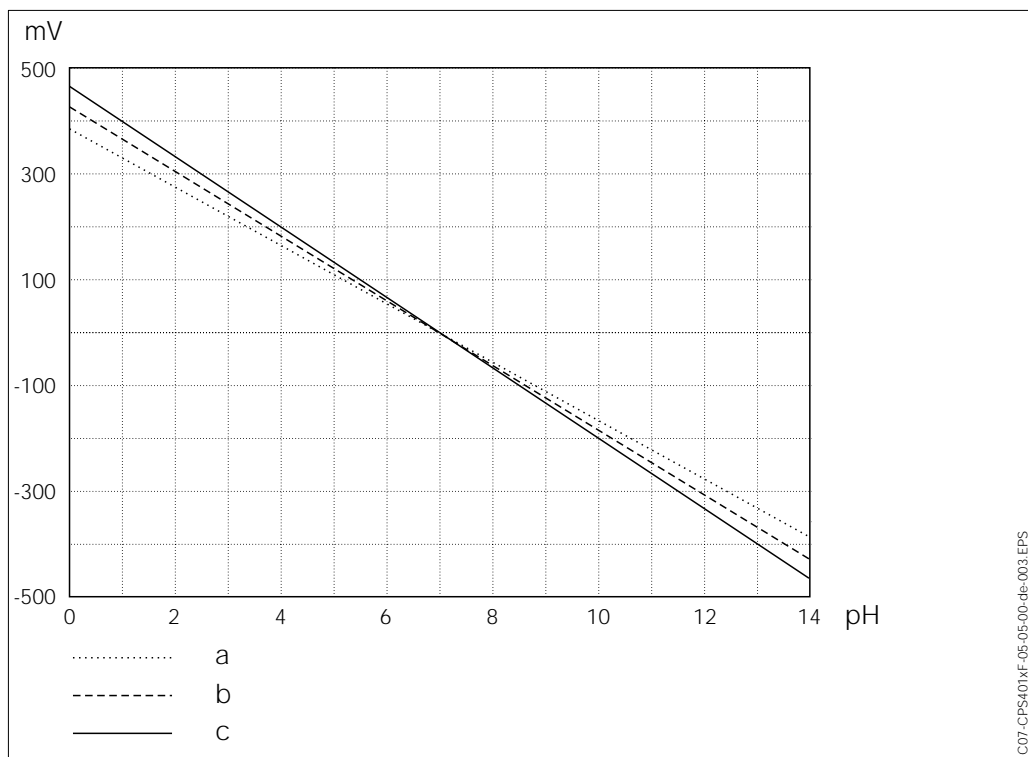
- Kyslá event. alkalická chyba

Ďalšia, dôležitá výhoda oproti sklenenej elektróde je podstatne menšia kyslá event. alkalická chyba v extrémnych rozsahoch pH. V protikladu k sklenenej elektróde sa nemôžu na ISFET-hradlu ukladať takmer žiadne cudzie ióny. Chyba leží s < 0,01 pH (medzi pH 1 a 13) pri 25 °C na hranici dôkazu. Nasledujúci obrázok ukazuje kyslú event. alkalickú chybu u ISFET v porovnaní k sklenenej elektróde (2 rôzne sklenené elektródy pH) pri hodnotách pH 0,09 a 13,86.



- Izotermická charakteristika

Nernstova rovnica (a) vyjadruje závislosť meracieho napätia od obsahu vodíkových iónov (pH-hodnota) a teploty. Je základom techniky merania pH a platí tiež pre ISFET-sondy. Z tejto rovnice vychádza teplotne závislá hodnota pre zmenu potenciálu na jednotku pH (izotermická charakteristika, zmena potenciálu na jednotku hodnoty pH pri určitej teplote).



### Izotermická charakteristika TopHit H CPS 401

- a ... izotermická charakteristika pri 8 °C: strmost' -55,8 mV/pH
- b ... izotermická charakteristika pri 37 °C: strmost' -61,5 mV/pH
- c ... izotermická charakteristika pri 61 °C: strmost' -66,3 mV/pH

- Stabilita merania a doba reakcie sondy

Doby reakcie u ISFET sú v celom teplotnom rozsahu extrémne nízke.

U ISFET-sondy neexistuje žiadne (teplotne závislé) nastavenie rovnováhy ako vo zdrojovej vrstve u sklenenej pH-elektrody. Z toho sa odvodzuje možnosť nasadenia pri nízkych teplotách bez spomalenia reakcie.

Veľké a rýchle kolísania teploty a hodnoty pH pôsobia signifikantne menej na chybu merania (hysteréziu), ako u sklenenej elektrody, pretože tu odpadá aj stres pre sklenenú pH-elektrodu.

- Referenčný systém

Integrovaná referenčná elektroda u CPS 401 je dvojkomorový referenčný systém s elektrolytickým mostikom. Prednosťou sú efektívny a stabilný kontakt medzi diafragmou a referenčným zvodom a extrémne dlhá doba otrávenia. Elektrolytický mostik je vysoko odolný voči zmenám teploty a tlaku.

**Meracie zariadenie**

Kompletné meracie zariadenie sa skladá minimálne z:

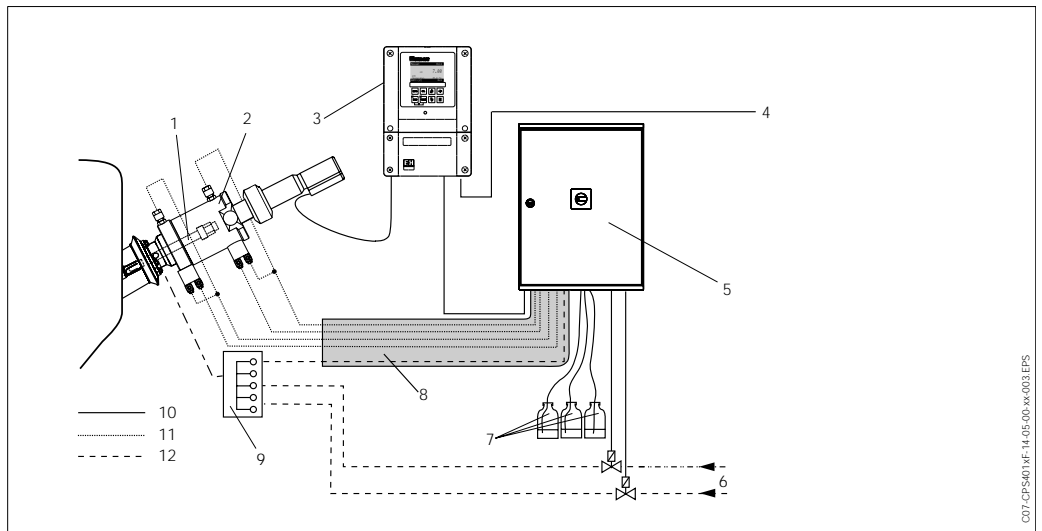
- IsFET-sondy TopHit H CPS 401
- meracieho kábla CPK 12 (s TOP 68-pripojením)
- meracieho prevodníka, napr. Liquisys M CPM 223 (pre montáž do rozvádzača) alebo Liquisys M CPM 253 (poľný prístroj) event. Mycom S CPM 153.

Podľa oblasti použitia existuje ďalšie príslušenstvo:

- ponorná, prietochná alebo výmenná armatúra, napr. CleanFit H CPA 475
- automatický čistiaci systém TopClean S CPC 30 event. TopCal S CPC 300
- predlžovací kábel, spojovacia krabica VBA alebo VBM

Nasledujúce obrázky ukazujú príklady meracieho zariadenia v rôznych oblastiach použitia.

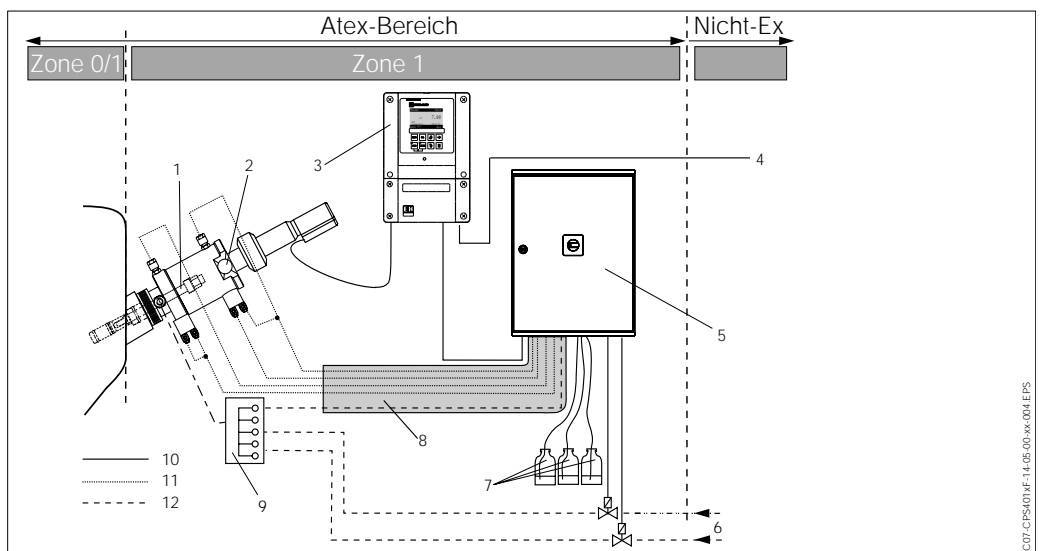
Potravinársky priemysel a  
chémia



**Potravinársky priemysel**

(s plnoautomatickým meracím, čistiacim a kalibračným systémom TopCal S CPC 300)

- |                                |                                  |                           |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1 ... CPS 401                  | 5 ... riadiaca jednotka CPG 300  | 9 ... preplachovací blok  |
| 2 ... výmenná armatúra CPA 475 | 6 ... horúca para, voda, čistič  | 10 ... elektrické vedenie |
| 3 ... Mycom S CPM 153          | 7 ... čistič, pufrovacie roztoky | 11 ... tlakový vzduch     |
| 4 ... prúdové napájanie        | 8 ... multihadica                | 12 ... kvapaliny / čistič |



**Chémia a procesná technika**

(s plnoautomatickým meracím, čistiacim a kalibračným systémom TopCal S CPC 300)

- |                                |                                  |                           |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1 ... CPS 401                  | 5 ... riadiaca jednotka CPG 300  | 9 ... preplachovací blok  |
| 2 ... výmenná armatúra CPA 471 | 6 ... horúca para, voda, čistič  | 10 ... elektrické vedenie |
| 3 ... Mycom S CPM 153          | 7 ... čistič, pufrovacie roztoky | 11 ... tlakový vzduch     |
| 4 ... prúdové napájanie        | 8 ... multihadica                | 12 ... kvapaliny / čistič |

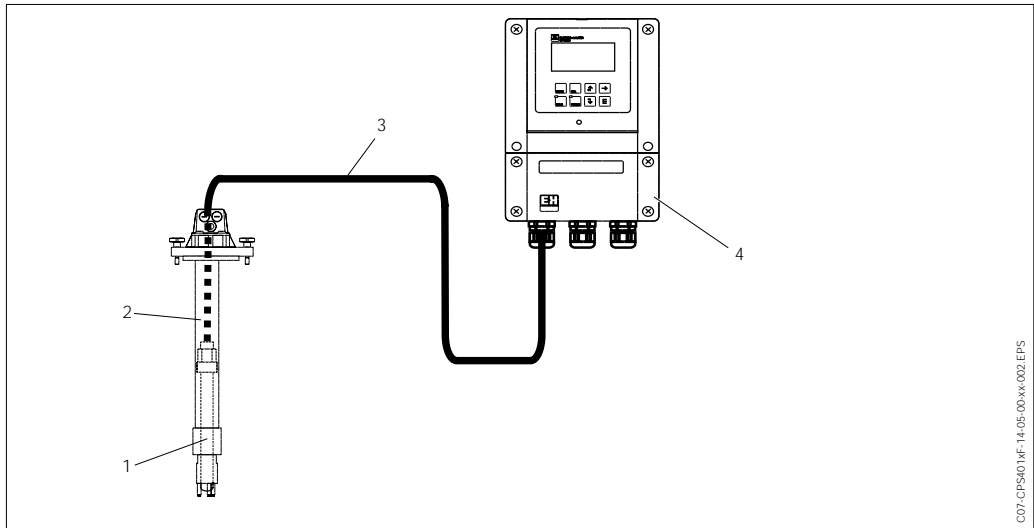
(Potravinářský průmysl a chemie)

Veškerým rozsahem nasazení IsFET-pH-sondy jako ve vztahu na teplotu, tak i na pH není sterilizovatelnost v procesu žádným problémem. Jen v úzkém rozsahu extrémně vysokých hodnot pH v spojení s vysokými teplotami není sonda dlouhodobě stabilní (viz procesní podmínky na straně 9). Média s těmito vlastnostmi odbírají oxid izolátoru u čipu IsFET. Protože toto je rozsah teploty a pH u médií pro CIP-čistění, nasazuje se tu IsFET-pH-sonda jen v kombinaci s automatickou výměnnou armaturou.

**Výhody plnoautomatického měřicího, čistícího a kalibračního systému TopCal:**

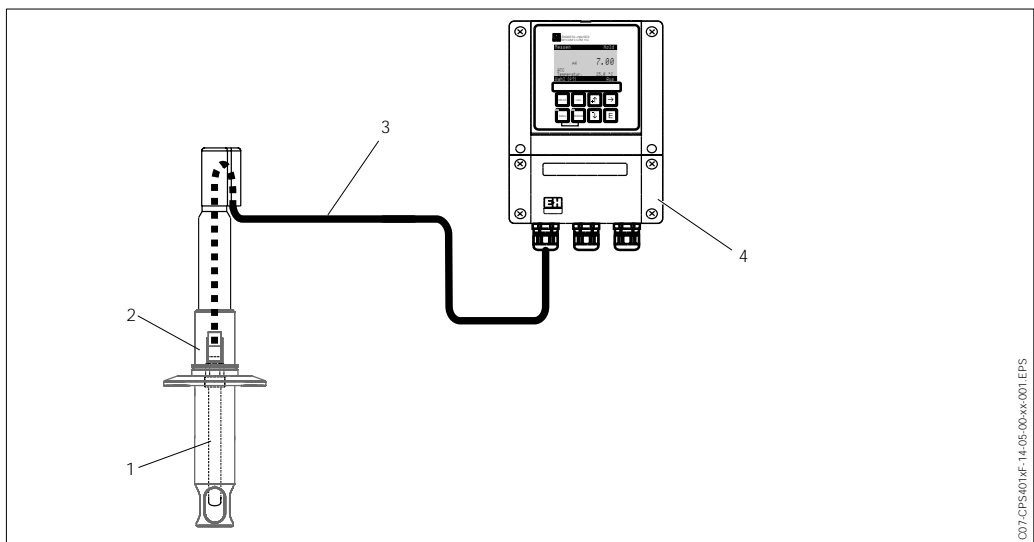
- CIP-čistění je možné, sonda, zabudovaná ve výměnné armatuře se před čišením automaticky "vysunie" z média
- Čištění sondy se uskutočňuje v preplachovací komoře výměnné armatury s vhodnými čističnými roztoky.
- Individuálně nastavitelné cykly kalibrace

Technika úpravy vody a farmaceutický průmysl



**Technika úpravy vody a odpadných vod**


- 1 ... CPS 401
- 2 ... ponorná a montážna armatúra DipFit W CPA 111
- 3 ... merací kábel CPK 12
- 4 ... merací prevodník Liquisys M CPM 223/253



**Farmaceutický průmysl a biotechnologie**

- 1 ... CPS 401
- 2 ... montážna armatúra UniFit H CPA 442
- 3 ... merací kábel CPK 12
- 4 ... merací prevodník Mycom S CPM 153

## Charakteristické veličiny merania

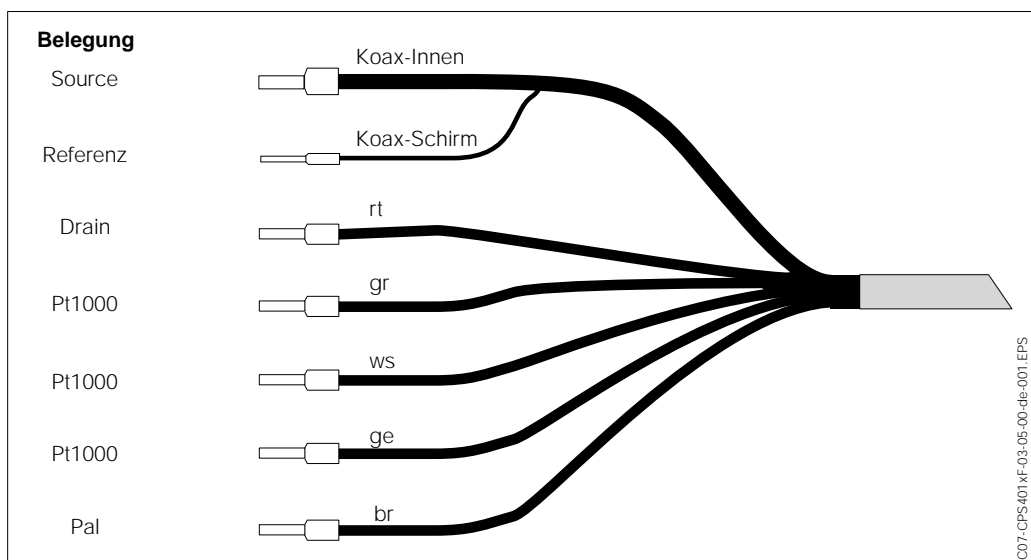
<b>Merané veličiny</b>	pH-hodnota a teplota
<b>Merací rozsah</b>	0 ... 14 pH -15 ... 135 °C
	Pozor! Zohľadnite podmienky nasadenia v procese a pokyny k tomu na strane 9.

## Presnosť merania

<b>Referenčné podmienky</b>	Referenčná teplota:	25 °C
	Referenčný tlak:	1013 mbar
<b>Citlivosť</b>	0,01 pH	
<b>Odchýlka merania pH</b>	± 0,2 % z meracieho rozsahu	
<b>Reprodukovateľnosť</b>	± 0,1 % z meracieho rozsahu	
<b>Odchýlka merania teploty</b>	Klasse B podľa DIN / IEC 751	

## Elektrické pripojenie

**Merací kábel** Pripojenie IsFET TopHit H CPS 401 na merací prevodník sa uskutočňuje cez špeciálny merací kábel CPK 12 (obrázok).



### Upozornenie!

Zohľadnite prosím pokyny pre pripojenie (schémy pripojenia) sondy v prevádzkovom návodu nasadeného meracieho prevodníka. Merací prevodník musí byť vhodný pre pripojenie IsFET-sondy (napr. Liquisys M CPM 223/253).

Merací prevodník so štandardným vstupom pH je nevhodný.

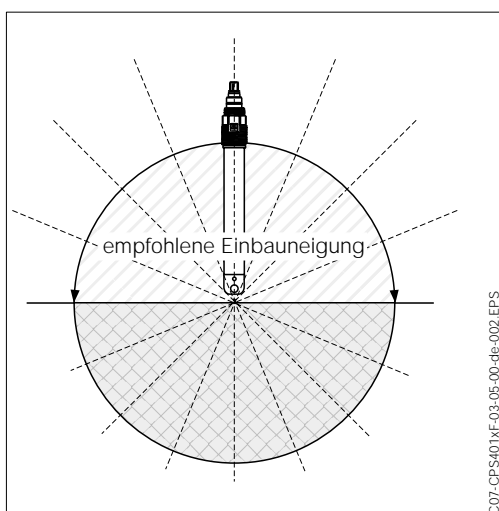
## Podmienky nasadenia (montáž)

### Pokyny pre montáž

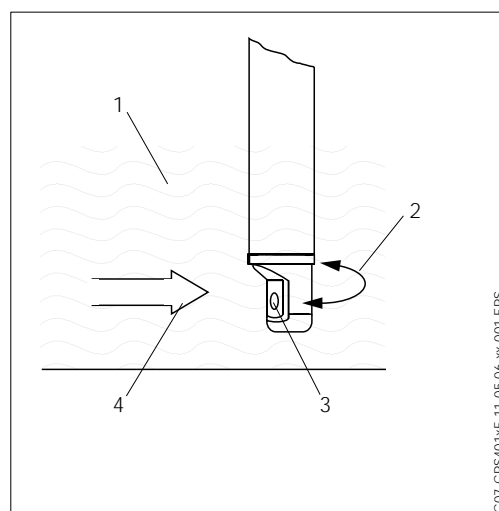
IsFET-sondy sa môžu principiálne montovať v každej polohe, pretože neexistuje žiadny kvapalný interný zvod. Ovšem nie je vylúčené, že pri montáži dolu hlavicou eventuálne jestvujúce vzduchové bubliny\* v referenčnom systéme neprerušia elektrický kontakt medzi médiom a diafragmou. Zohľadnite pri montáži TopHit H CPS 401 smer prúdenia média.

Chip IsFET by mal byť umiestnený v uhle cca 45° k smeru nátku (obrázok, vpravo). Otočnou pripojovacou hlavicou je toto u TopHit H CPS 401 veľmi ľahko realizovateľné.

\* Sonda sa z výrobného závodu dodáva tak, že nie je možná žiadna tvorba vzduchových bublín. Vzduchové bubliny vznikajú ale prácou s podtlakom, napr. pri vyprazdňovaní zásobníka odsávaním.



C07-CPS401XF-03-05-00-de-002.EPS



C07-CPS401XF-11-05-06-xx-001.EPS

- 1 ... médium
- 2 ... uhol otočenia chipu IsFET k smeru nátku média (cca. 45°)
- 3 ... IsFET-chip
- 4 ... smer nátku média



### Upozornenie!

Zohľadnite tiež pokyny pre montáž, uvedené v prevádzkovom návodu použitej armatúry.

## Podmienky nasadenia (okolie)

### Teplota okolia



Teplota okolia nesmie klesnúť pod  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Pozor!

*Nebezpečenstvo poškodenia mrazom*

Pri teplotách pod  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  sa nesmie sonda už nasadiť.

### Teplota skladovania

0 ... 50 °C

### Krytie

IP 68 (so zástrčným systémom TOP 68)

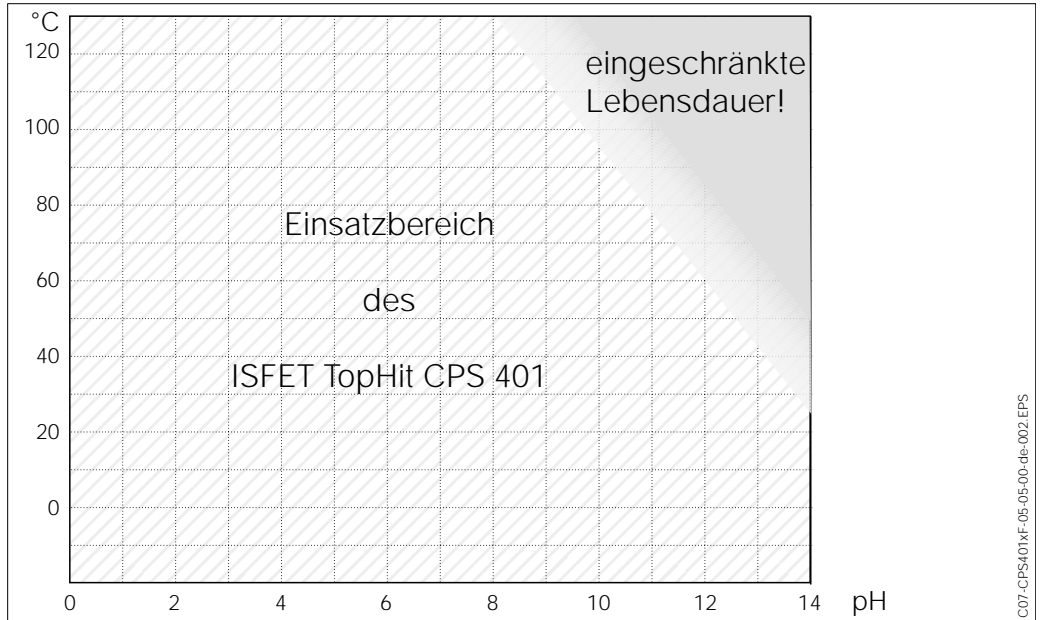


## Podmienky nasadenia (proces)

### Procesné podmienky

Alkálie pri vyšších teplotách ničia na trvalo oxid izolátora hradla.

Sondu je možné nasadiť vo vyznačenom rozsahu (pozri nasledujúci obrázok) len na úkor životnosti. Životnosť sondy sa skracaje pri trvalom účinku 2%-ného lúhu sodného pri 80 °C na cca. 10-15 hodín.



### Sterilizovateľnosť



Tlak / teplota: max. 100 °C / 10 bar, sterilizovateľné: 135 °C, 1 h

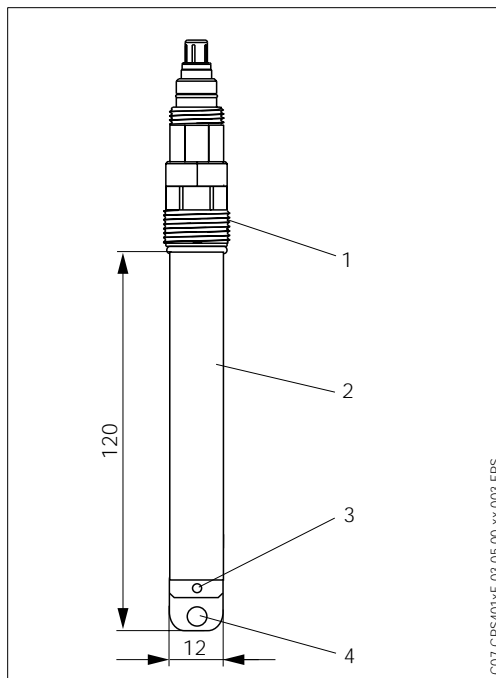
Pozor!

*Nebezpečenstvo poškodenia sondy*

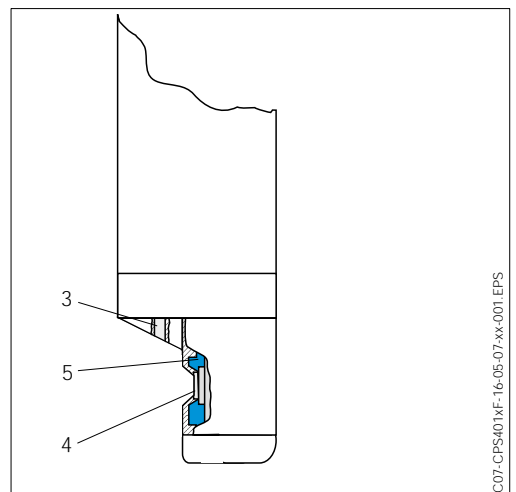
Nikdy nenasadzujte TopHit H CPS 401 mimo medze, uvedené v špecifikácii!

## Konštrukcia

### Prevedenie/rozmery



- vľavo: sonda spredu, dolu: hlavica sondy, boč. rez
- 1 ... TOP68-zástrčná hlavica
  - 2 ... dříek sondy
  - 3 ... referenčná elektróda
  - 4 ... IsFET-chip
  - 5... tesnenie (EPDM)



<b>Hmotnosť</b>	0,1 kg	
<b>Materiály</b>	driek elektródy tesnenia	PEEK, FDA-konformné EPDM
<b>Povrchová drsnosť</b>	$R_a < 0,8 \mu\text{m}$	
<b>Teplotný snímač</b>	Pt 1000 (Klasse B podľa DIN IEC 751)	
<b>Procesné pripojenie</b>	Pg 13,5	
<b>Nástrčné hlavice</b>	ESB: TOP 68, otočná	

## Certifikáty a schválenia

<b>EHEDG</b>	Sterilizovateľnosť osvedčená podľa kritérií testu EHEDG
<b>3-A</b>	uvádza sa v zozname 3-A

## Informácie pre objednávku

### Prehľad o výrobku k TopHit H CPS 401

		<b>Oblasť nasadenia</b>	
	B	0 ... 14 pH, -15 ... 135 °C s Pt1000	
		<b>Dĺžka drieku</b>	
	2	dĺžka drieku 120 mm	
		<b>Pripojovacia hlavica</b>	
	ESB	závitová nástrčná hlavica Pg 13,5, TOP 68, otočná	
		<b>Materiály tesnenia</b>	
	1	EPDM (FDA certifikované)	
		<b>Vyrovnanie potenciálu</b>	
	A	štandard, externé vyrovnanie potenciálu	
		<b>Prevedenie</b>	
	1	štandard	
CPS 401-		kompletný objednávací kód	

**Prehľad o výrobku k  
meraciemu káblu CPK 12**

<b>Dĺžka kábla</b>	
HA	dĺžka kábla 5 m, TPE-plášť, max. 130 °C
HB	dĺžka kábla 10 m, TPE-plášť, max. 130 °C
HC	dĺžka kábla 15 m, TPE-plášť, max. 130 °C
HD	dĺžka kábla 20 m, TPE-plášť, max. 130 °C
HF	dĺžka kábla 5 - 50 m, TPE-plášť, max. 130 °C
HG	dĺžka kábla 16 - 160 ft, TPE-plášť, max. 130 °C
<b>Prevedenie</b>	
A	štandardné prevedenie
<b>Úprava</b>	
1	koncové puzdrá na strane prístroja, káblové tienenie ako opletenie
<b>PAL-pripojenie</b>	
A	PAL-vedenie vonkajšie s plochou zástrčkou
CPK 12-	kompletný objednávací kód

## Príslušenstvo

<b>Pufrovacie roztoky pH</b>	pH 4,0 červený, obsah 100 ml; objedn. č.: CPY 2-0 pH 4,0 červený, obsah 1000 ml; objedn. č.: CPY 2-1 pH 7,0 zelený, obsah 100 ml; objedn. č.: CPY 2-2 pH 7,0 zelený, obsah 1000 ml; objedn. č.: CPY 2-3
<b>Merací kábel pH</b>	Merací kábel pH CPK 12 Objedn. č. pre merací kábel podľa špecifikácie, pozri prehľad o výrobku na str. 11.

## Doplnková dokumentácia

<b>Armatúry</b>	CleanFit P CPA 471 Technická informácia TI 217C/07/de; obj. č. 51502595 CleanFit H CPA 475 Technická informácia TI 240C/07/de; obj. č. 51505598 DipFit W CPA 111 Technická informácia TI 112C/07/de; obj. č. 50066449 UniFit H CPA 442 Technická informácia TI 297C/07/de; obj. č. 51506723
<b>Merací prevodník</b>	Liquisys M CPM 223/253 Technická informácia TI 194C/07/de; obj. č. 51500276 Mycom S 153 Technická informácia TI 233C/07/de; obj. č. 51503787
<b>Čistiace systémy</b>	TopClean S CPC 30 Technická informácia TI 235C/07/de; obj. č. 51504334 TopCal S CPC 300 Technická informácia TI 236C/07/de; obj. č. 51504328
<b>Merací kábel</b>	CPK 1-12 Technická informácia TI 124C/07/de; obj. č. 50068525

Technické zmeny vyhradené

Výhradné zastúpenie Endress+Hauser pre SR

Transcom technik, s.r.o.  
Bojnická 14, P.O.BOX 25  
830 00 Bratislava 3  
Tel. +421 (02) 4488 0259  
Fax +421 (02) 4488 7112  
E-Mail: info@transcom.sk  
Web: www.transcom.sk

Endress + Hauser  
The Power of Know How

