

# HI99121

Wasserdichtes pH- und  
Temperaturmessgerät  
für direkte Messungen im Boden



BEDIENUNGSANLEITUNG

**Sehr geehrte  
Kundin, sehr  
geehrter  
Kunde,**

vielen Dank, dass Sie sich für ein Produkt von Hanna Instruments entschieden haben.

Bitte lesen Sie diese Bedienungsanleitung sorgfältig durch, bevor Sie dieses Messgerät verwenden.

Dieses Handbuch gibt Ihnen die notwendigen Informationen für den richtigen Gebrauch dieses Messgeräts und eine genaue Vorstellung von seiner Vielseitigkeit.

Wenn Sie weitere technische Informationen benötigen, zögern Sie nicht, uns eine E-Mail an [info@hannainst.de](mailto:info@hannainst.de) zu senden oder unsere weltweite Kontaktliste unter [www.hannainst.de](http://www.hannainst.de) einzusehen.

## INHALT

ÜBERPRÜFUNG DER LIEFERUNG.....	4
BESCHREIBUNG UND BESTIMMUNGSGEMÄSSER GEBRAUCH.....	4
HAUPTFUNKTIONEN .....	5
TECHNISCHE DATEN.....	6
ANZEIGE .....	6
BEDIENUNG.....	7
ELEKTRODE ANSCHLIESSEN.....	7
GERÄT EINSCHALTEN .....	7
MESSBEREICH EINSTELLEN .....	7
PH MESSUNG.....	8
MESSWERTE AUF DEM DISPLAY EINFRIEREN .....	8
KALIBRIERMODUS AUFRUFEN .....	8
EINSTELLMODUS AUFRUFEN .....	8
GERÄT AUSSCHALTEN .....	8
KALIBRIERUNG.....	9
ELEKTRODENZUSTAND .....	10
SENSOR CHECK .....	10
GERÄTEEINSTELLUNGEN.....	11
BODEN UND pH-WERT.....	13
EINE BODENMANAGEMENTSTRATEGIE IN BEZUG AUF DEN PH-WERT .....	14
VERFAHREN ZUR DIREKTMESSUNG IM BODEN.....	15
VERFAHREN ZUR MESSUNG EINER SCHLÄMMPROBE.....	16
VERFAHREN ZUM MESSEN VON ORGANISCHEN SUBSTRATEN .....	17
BEWÄSSERUNGSWASSER.....	17
NÄHRLÖSUNGEN.....	18
BATTERIEWECHSEL.....	21
BATTERY ERROR PREVENTION SYSTEM (BEPS).....	21
ZUBEHÖR .....	22
ELEKTRODENWARTUNG.....	23
VORBEREITUNG.....	23
AUFBEWAHRUNG .....	23
REGELMÄSSIGE WARTUNG .....	23
REINIGUNG.....	23
FEHLERBEHEBUNG.....	24
ZERTIFIKAT.....	24

## ÜBERPRÜFUNG DER LIEFERUNG

Nehmen Sie das Gerät und das Zubehör aus der Verpackung und untersuchen Sie es sorgfältig, um sicherzustellen, dass während des Transports keine Schäden entstanden sind. Benachrichtigen Sie Ihre nächstes Hanna Instruments Kundendienstzentrum, wenn Sie Beschädigungen oder Fehlfunktionen feststellen.

Jedes **HI99121** wird in einem robusten Transportkoffer mit dem folgenden Zubehör geliefert:

- **HI12923** pH-Elektrode mit integriertem Temperaturfühler, konischer Spitze, DIN-Anschluss und 1-m-Kabel
- **HI70004** pH 4,01 Puffer (1 Beutel)
- **HI70007** pH 7,01 Puffer (1 Beutel)
- **HI700663** Reinigungslösung für Bodenrückstände (1 Beutel)
- **HI700664** Reinigungslösung für Humusrückstände (1 Beutel)
- **HI7051M** Boden-Testlösung
- **HI721319** Erdbohrer
- 100-mL-Kunststoffbecher (1 Stck.)
- 1,5 V AAA Batterien
- Qualitätszertifikate für Gerät und Sonde
- Bedienungsanleitung (englisch)

*Hinweis: Wir empfehlen, die Originalverpackung aufzuheben, bis Sie sicher sind, dass Gerät und Zubehör einwandfrei funktionieren. Im Falle einer Rücksendung an Hanna Instruments ist das Gerät in seiner Originalverpackung am Besten geschützt.*

## BESCHREIBUNG UND BESTIMMUNGSGEMÄSSER GEBRAUCH

Das tragbare pH-Messgerät **HI99121** ist zusammen mit der pH-Elektrode **HI12923** für die Messung des pH-Werts in Böden oder Bodenaufschlämmungen konzipiert.

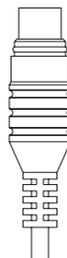
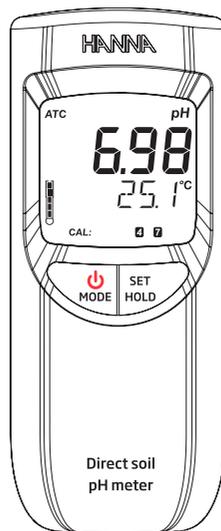
Das **HI99121** ist ein leichtes, tragbares pH- und Temperaturmessgerät. Es verfügt über ein Zwei-Tasten-Bedienungssystem und ist einfach zu bedienen. Es hat ein wasserdichtes und kompaktes Gehäuse, ein großes zweizeiliges Display und eine automatische pH-Kalibrierung an einem oder zwei Punkten.

Die Sonde **HI12923** hat eine konische, robuste Spitze. Sie verfügt über einen eingebauten Temperaturfühler für temperaturkompensierte pH-Messungen und einen integrierten Vorverstärker für Messungen, die unempfindlich gegen Rauschen und elektrische Interferenzen sind.

Der Erdbohrer **HI721319** wird mitgeliefert, um den Boden vor den Messungen aufzulockern. Die Verwendung des Erdbohrers wird empfohlen, um Kratzer auf dem pH-Glas zu vermeiden.

HAUPTFUNKTIONEN

- Gleichzeitige Messung und Anzeige von pH-Wert und Temperatur auf zweizeiligem Display
- Automatische pH-Kalibrierung an einem oder zwei Punkten mit zwei voreingestellten Puffer-sen (Standard oder NIST)
- Auswählbare Temperatureinheit (°C or °F)
- Zustandsanzeige für die pH-Elektrode
- mV-Anzeige zum Sensor-Check
- Spezielle pH-Elektrode **HI12923** mit integriertem Temperaturfühler
- Quick-Connect DIN-Anschluss für die Elektrode
- Batterielebensdauer-Anzeige
- Automatisches Abschalten
- Tastenfunktionston
- Wasserdichtes Gehäuse nach IP67



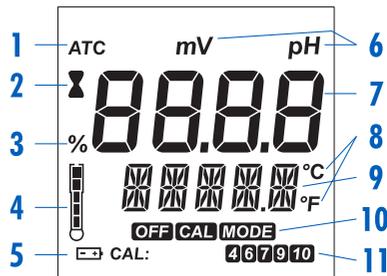
TECHNISCHE DATEN

Messbereich*	pH -2,00 bis 16,00 / -2,0 bis 16,0 ± 825 mV (pH-mV) -5,0 bis 105,0 °C / 23,0 bis 221,0 °F
Auflösung	pH 0,01 pH / 0,1 1 mV 0,1 °C / 0,1 °F
Genauigkeit @ 25°C / 77°F	pH ± 0,02 / ± 0,1 ± 1 mV (pH-mV) ± 0,5 °C bis zu 60 °C; ± 1,0 °C außen ± 1,0 °F bis zu 140 °F; ± 2,0 °F außen
Temperaturkompensation	Automatisch, -5.0 bis 105.0 °C / 23.0 bis 221.0 °F
pH Kalibrierung	Automatisch, an 1 oder 2 Punkten mit auswählbarem Puffersatz (4,01, 7,01, 10,01) oder NIST (4,01, 6,86, 9,18)
Elektrode (im Lieferumfang, enthalten)	HI12923 vorverstärkte pH-/Temperatursonde mit konischer Spitze, DIN-Anschluss und 1 m Kabel
Batterietyp / -lebensdauer	1,5 V AAA (3 Stck.) ca. 1400 h Dauerbetrieb
Autom, Abschalten	Nach 8 oder 60 Minuten, deaktivierbar
Umgebungsbedingungen	0 bis 50 °C (32 bis 122 °F) RH max. 100%
Abmessungen	154 x 63 x 30 mm (6,1 x 2,5 x 1,2")
Gewicht (inkl. Batterien)	196 g (6,91 oz.)
Schutzart	IP67

\* Die Sonde HI12923 kann von pH 0 bis 12 pH und -5 bis 70 °C (23 bis 158 °F) eingesetzt werden.

ANZEIGE

- 1 Automatische Temperaturkompensation
- 2 Stabilitätsanzeige
- 3 Batterieladestatus
- 4 Elektrodenzustandsanzeige
- 5 Schwache Batterie
- 6 Maßeinheit
- 7 Primäres Display
- 8 Temperatureinheit
- 9 Sekundäres Display
- 10 Betriebsmodusanzeige
- 11 Verwendete pH-Kalibrierpuffer



## BEDIENUNG

Vor dem ersten Gebrauch Batterien einsetzen (s. "Batteriewechsel", S. 21). Auf korrekte Polarität achten.

### ELEKTRODE ANSCHLIESSEN

1. Gerät ausschalten.
2. Elektrode **HI12923** an den DIN-Anschluss an der Unterseite des Gerät anschließen. Pins dabei korrekt ausrichten und den Stecker fest einstecken.

Elektrodenschutzkappe vor jeder Messung entfernen.

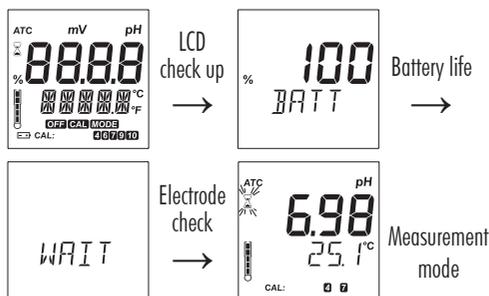
### GERÄT EINSCHALTEN

Gerät mit Taste  an der Vorderseite einschalten.



Falls das Gerät sich nicht einschalten lässt, Batterien und deren korrekte Polarität prüfen.

Nach dem Einschalten zeigt das Display für einige Sekunden alle verfügbaren LCD-Elemente. Anschließend wird der Batterieladestand in % angezeigt und ein Elektrodencheck wird durchgeführt (die Meldung "WAIT" wird angezeigt). Wenn das Gerät bereit ist, wechselt es in den Messmodus.



### Hinweise:

- Das Gerät erkennt Elektrodenanschluss und -typ automatisch:
- Wenn keine Elektrode angeschlossen ist, wird die Meldung "NO" "PROBE" angezeigt.
- Bei inkompatibler Elektrode wird die Meldung "WRONG" "PROBE" angezeigt.
- Wenn die Messwerte außerhalb des Messbereichs liegen, wird der nächstliegende Maximal- oder Minimalwert des Messbereichs angezeigt (z. B. pH -2,00 oder -5,0 °C).

### MESSBEREICH EINSTELLEN

Im Messmodus die SET-Taste drücken, um in der ersten LCD-Zeile die pH- oder pH-mV-Messung auszuwählen.

### MESSWERTE AUF DEM DISPLAY EINFRIEREN

Im Messmodus die **SET**-Taste drücken und halten bis auf dem Display "HOLD" angezeigt wird. Die Messwerte werden eingefroren. Im Display blinkt die Anzeige "H".



Um in den aktiven Messmodus zurückzukehren, beliebige Taste drücken.

### KALIBRIERMODUS AUFRUFEN

Taste drücken und halten bis die Anzeige "POWER" und das Symbol **OFF** durch "PH STD" und **CAL** ersetzt werden. Taste loslassen.

### EINSTELLMODUS AUFRUFEN

Taste drücken und halten bis die Anzeige "EC STD" und das Symbol **CAL** durch "SETUP" und **MODE** ersetzt werden. Taste loslassen.

### GERÄT AUSSCHALTEN

Im Messmodus Taste drücken und halten bis "POWER" und **OFF** angezeigt werden. Taste loslassen.

## PH MESSUNG

### Vorbereitung:

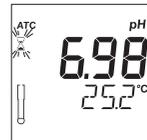
- Vor jeder Messung sicherstellen, dass das Gerät korrekt kalibriert wurde (s. „pH-Kalibrierung“, S. 9)
- Falls die pH-Elektrode trocken ist, Elektrode für mindestens 30 Minuten (am besten über Nacht) in die Elektroden-Aufbewahrungslösung **HI70300** tauchen, um sie zu reaktivieren.
- Falls die Elektrode verschmutzt ist, für 20 Minuten in die Elektrodenreinigungslösung tauchen, dann mit destilliertem oder deionisiertem Wasser abspülen und für mindestens 30 Minuten in die Elektroden-Aufbewahrungslösung tauchen.
- Elektrode gut abspülen und anhaftende Wassertropfen abschütteln. Vor der nächsten Messung kalibrieren.

### Messung:

1. Elektrode in die Messlösung eintauchen und leicht hin- und herbewegen. Warten bis die Stabilitätsanzeige erlischt.

Das Display zeigt den pH-Messwert (automatisch temperatur-kompensiert) auf dem primären Display an. Die Proben temperatur wird auf dem sekundären Display angezeigt.

Falls mehrere Proben nacheinander gemessen werden sollen, die Elektrode vor jeder neuen Messung gründlich mit destilliertem oder deionisiertem Wasser abspülen, um Kreuzkontaminationen zu vermeiden.



## KALBRIERUNG

Für größtmögliche Genauigkeit pH-Elektrode regelmäßig kalibrieren.

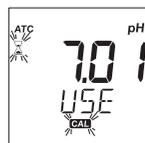
Darüber hinaus ist eine Kalibrierung notwendig:

- bei jedem pH-Elektrodenwechsel
- nach der Messung in aggressiven Chemikalien
- wenn eine hohe Genauigkeit erforderlich ist
- mindestens ein Mal im Monat
- nach einer Elektrodenreinigung

### 1. Zum Aufrufen des Kalibriermodus

Elektrode im Messmodus in den ersten Kalibrierpuffer tauchen.

Falls eine Zwei-Punkt-Kalibrierung ausgeführt werden soll, als erstes Puffer pH 7,01 (oder NIST pH 6,86) verwenden.



Das Gerät wechselt in den Kalibriermodus und zeigt die Meldung **“pH 7.01 USE”**, **CAL** und das blinkende Symbol ⌚ an (für NIST wird **“pH 6.86 USE”** angezeigt).

### 2. Folgen Sie den nachstehenden Schritten für eine Ein- oder Zwei-Punkt-Kalibrierung.

#### Ein-Punkt-Kalibrierung

##### 1. Elektrode in einen beliebigen Puffer des gewünschten Puffersets tauchen.

Das Gerät erkennt den Pufferwert automatisch.

Falls der Puffer nicht erkannt wird oder falls der Offset-Wert außerhalb des zulässigen Bereichs liegt, zeigt das Display die Meldung **“--- WRONG”** an.

Wenn der Puffer erkannt wird, wird **“REC”** und anschließend **“WAIT”** angezeigt, bis der Kalibrierwert akzeptiert wird.

##### 2. Falls Puffer pH 7,01 (pH 6,86 für NIST) verwendet wurde, nach dem Erscheinen des akzeptierten Kalibrierwerts beliebige Taste drücken, um den Kalibriermodus zu verlassen. Die Meldung **“SAVE”** wird angezeigt und das Gerät kehrt in den Messmodus zurück.

##### 3. Falls Puffer pH 4,01 oder 10,01 (für NIST pH 4,01 oder 9,18) verwendet wurde, wird die Meldung **“SAVE”** automatisch angezeigt und das Gerät kehrt in den Messmodus zurück.

#### Zwei-Punkt-Kalibrierung

##### 1. Elektrode in Puffer pH 7,01 (pH 6,86 für NIST) tauchen.

Die Meldung **“pH 4.01 USE”** wird angezeigt

##### 2. Elektrode abspülen und in den zweiten Puffer eintauchen (pH 4,01 oder 10,0; für NIST pH 4,01 oder 9,18).

Wenn der zweite Puffer akzeptiert wird, zeigt das Display die Meldung **“SAVE”** und kehrt in den Messmodus zurück.

Falls der Puffer nicht erkannt wird oder falls der Offset-Wert außerhalb des zulässigen Bereichs liegt, zeigt das Display die Meldung **“--- WRONG”** an.

In diesem Fall Kalibrierung mit frischem Puffer wiederholen, Elektrode reinigen oder beliebige Taste drücken, um den Kalibriermodus zu verlassen.

Nach erfolgreicher Kalibrierung wird das Symbol **CAL** zusammen mit den Kalibrierpunkten angezeigt.

*Hinweis: Für größtmögliche Genauigkeit wird eine 2-Punkt-Kalibrierung empfohlen.*

### Kalibriermodus verlassen und auf Werkseinstellung zurücksetzen

Bevor der erste Kalibrierpunkt akzeptiert wird, ist es möglich, den Kalibriermodus durch Drücken der Taste  zu verlassen.

Das Gerät verwendet in diesem Fall die vorherige Kalibrierung. Das Display zeigt "ESC" an und das Gerät wechselt in den Messmodus.

Um die Kalibrierwerte auf Werkseinstellungen zurückzusetzen, im Kalibriermodus SET-Taste drücken, bevor der erste Kalibrierwert akzeptiert wird.

Alle Benutzerkalibrierungsdaten werden dabei gelöscht. Das Display zeigt "CLEAR" an. Das Symbol **CAL** und die Kalibrierwerte werden nicht mehr angezeigt. Das Gerät verwendet die Werkskalibrierdaten.

### ELEKTRODENZUSTAND

Das Display verfügt über eine Anzeige, mit der Sie den Zustand der Elektrode auf einen Blick kontrollieren können. Der Zustand bleibt für 12 Stunden aktiv, wenn die Batterien nicht entfernt werden.

Der Elektrodenzustand wird nur angezeigt, wenn eine korrekte 2-Punkt-Kalibrierung durchgeführt wurde.



- 5 Balken: Exzellenter Zustand
- 4 Balken: Sehr guter Zustand
- 3 Balken: Guter Zustand
- 2 Balken: Ausreichender Zustand
- 1 Balken: Schlechter Zustand
- 1 Balken, blinkend: Ungenügender Zustand

Spätestens bei Anzeige von nur einem Balken sollte die Elektrode gereinigt und neu kalibriert werden. Falls der Zustand sich nicht bessert oder ein blinkender Balken angezeigt wird, Elektrode austauschen.

### SENSOR CHECK

Die korrekte Elektrodenfunktion kann jederzeit durch das Umstellen auf den pH-mV Messbereich geprüft werden:

- Der Offsetwert entspricht dem mV-Messwert des Puffers pH 7,01 (@ 25 °C/77 °F). Falls dieser Wert außerhalb des Bereichs  $\pm 30$  mV liegt, entspricht das einem "ungenügenden" Elektrodenzustand.

Die Steilheit des Sensors ist als die mV-Differenz zwischen Messungen bei pH 7,01 und pH 3,00 definiert. Wenn die Steilheit ca. 200 mV beträgt, entspricht das einem "ungenügenden" Elektrodenzustand.

Bei "schlechtem" oder "ungenügendem" Elektrodenzustand wird der Austausch der Elektrode empfohlen.

*Hinweis: Für verlässliche Messergebnisse Elektrode mit Elektroden-Reinigungslösung reinigen und anschließend in Aufbewahrungslösung reaktivieren (für mindestens 30 Minuten, am besten über Nacht). Anschließend Elektrode neu kalibrieren.*

## GERÄTEEINSTELLUNGEN

Im Einstellmodus können Sie Geräteeinstellungen für die Temperatureinheit, die automatische Abschaltung, den Tastenton, den pH-Puffersatz, die Auflösung und Elektrodenzustand vornehmen.

1. Zum Aufruf des Einstellmodus Taste  drücken und halten bis die Anzeigen "STD" und **CAL** durch "SETUP" und **MODE** ersetzt werden. Taste loslassen.

**TEMP** wird zusammen mit der aktuell eingestellten Temperatureinheit angezeigt.



2. Um die Einheit einzustellen, **SET**-Taste drücken.

Zum Bestätigen Taste  drücken.

Das Gerät wechselt zur Einstellung für die automatische Abschaltung.

"A-OFF" wird angezeigt.

3. Um die Zeit für die automatische Abschaltung einzustellen, **SET**-Taste wiederholt drücken.

8 Minuten („8“, Voreinstellung), 60 Minuten („60“) oder deaktiviert ("---").

Zum Bestätigen Taste  drücken.

Das Gerät wechselt zur Einstellung für den Tastenton. „BEEP“ wird angezeigt.



4. Um den Tastenton ein- oder auszuschalten (On oder Off), **SET**-Taste drücken.

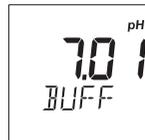
Zum Bestätigen Taste  drücken.



Das Gerät wechselt zur Einstellung für den Puffersatz und zeigt den aktuell eingestellten Puffersatz an:

“pH 7.01 BUFF” für den Standardpuffersatz 3,00/7,01/10,01 oder “pH 6.86 BUFF” für den NIST Puffersatz 3,00/6,86/9,18.

5. Um den Puffersatz einzustellen, SET-Taste drücken.  
Zum Bestätigen Taste  drücken.  
Das Gerät wechselt zur Einstellung für die Auflösung. “RESOL” wird angezeigt.



6. Um die Auflösung für die pH-Messung einzustellen (von “0,1” bis “0,01”) SET-Taste drücken.  
Zum Bestätigen Einsschalttaste  drücken.  
Das Gerät wechselt zur Einstellung für den Elektrodenzustand. “INFO” wird angezeigt



7. Um die Anzeige des Elektrodenzustands ein- oder auszuschalten (On oder Off), SET-Taste drücken.  
Zum Bestätigen Taste  drücken.



Das Gerät verlässt den Setupmodus und kehrt in den Messmodus zurück.

## BODEN UND pH-WERT

Der pH-Wert ist ein Maß für die Wasserstoffionenkonzentration  $[H^+]$ . Die pH-Skala reicht von 0 (stark sauer) bis 14 (basisch), wobei pH 7 neutral ist. Der Boden kann sauer, neutral oder alkalisch sein.

Je nach Bodenart liegt ein unterschiedlicher pH-Wert vor (siehe Abb.1). Die meisten Pflanzen bevorzugen einen pH-Bereich von 5,5 bis 7,5; einige Arten bevorzugen jedoch eher saure oder alkalische Böden. Der pH-Wert für ein optimales Wachstum ist für jede Pflanzenart individuell verschieden.

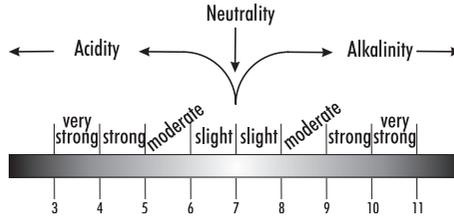


Abb. 1. pH-Werte verschiedener Bodenarten

Der pH-Wert beeinflusst die Verfügbarkeit von Nährstoffen und das Vorhandensein von Mikroorganismen und Pflanzen im Boden in hohem Maße. So bevorzugen Pilze saure Bedingungen, während die meisten Bakterien, insbesondere die, welche die Pflanzen mit Nährstoffen versorgen, mäßig saure oder schwach alkalische Böden bevorzugen. Unter stark sauren Bedingungen wird die Stickstoffbindung und die Mineralisierung von pflanzlichen Reststoffen reduziert. Pflanzen absorbieren die im Bodenwasser gelösten Nährstoffe, wobei die Nährstofflöslichkeit stark vom pH-Wert abhängt. Daher ist die Verfügbarkeit der Elemente bei verschiedenen pH-Werten unterschiedlich (siehe Abb. 2).

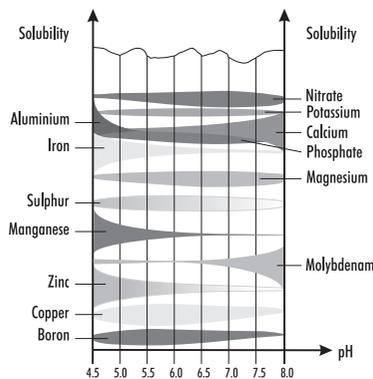


Fig. 2. Verfügbarkeit von Elementen nach pH-Wert

Jede Pflanze benötigt Elemente in unterschiedlichen Mengen und damit einen bestimmten pH-Wert, um ihr Wachstum zu optimieren.

So sind beispielsweise Eisen, Kupfer und Mangan in einer alkalischen Umgebung nicht löslich. Das bedeutet, dass sich Pflanzen, die diese Elemente benötigen, in einem sauren Substrat besser entwickeln. Stickstoff, Phosphor, Kalium und Schwefel hingegen sind in einem sauren pH-Bereich nahe der Neutralität leicht verfügbar.

Anomale pH-Werte können darüber hinaus die Konzentration toxischer Elemente für Pflanzen erhöhen. Beispielsweise toleriert eine Pflanze möglicherweise keinen Überschuss an Aluminiumionen, der unter sauren Bedingungen zunehmen kann.

Wenn die pH-Werte zu weit von neutralen Bedingungen entfernt sind, kann es zu einem weniger durchlässigen und kompakteren Boden kommen.

**EINE BODENMANAGEMENTSTRATEGIE IN BEZUG AUF DEN PH-WERT**

- Es ist ratsam, Kulturen zu wählen, die für den pH-Bereich des Bodens geeignet sind (z.B. bei einem sauren Boden Reis, Kartoffeln oder Erdbeeren).
- Düngemittel sollten weder den Säuregehalt erhöhen (Harnstoff, Kalziumnitrat, Ammoniumnitrat und Superphosphat) noch die Alkalität verringern (Ammoniumsulfat).
- Vor einer pH-Modifikation des Bodens sollte eine Kostenbewertung durchgeführt werden, um die Kosten für Bodenverbesserungsmittel im Vergleich zum Wert der angebauten Pflanzen zu bestimmen.
- Eine pH-Modifikation kann zu einer kritischen Verbesserung des Ertrags führen, kann aber auch zu lange andauern oder kurzlebig sein.
- Beispielsweise können Effekte durch die Zugabe von Kalk in Lehmboden bis zu 10 Jahre, in einem sandigen Boden jedoch nur 2-3 Jahre anhalten.

Um den pH-Wert eines sauren Bodens zu erhöhen, können je nach Bodenbeschaffenheit Substanzen wie Kalk, Dolomit, Kalkstein und Mergel verwendet werden (siehe Tabelle 1).

Bodenverbesserer	Lehmboden	Schluff	Sand
CaO	30-50	20-30	10-20
Ca(OH) <sub>2</sub>	39-66	26-39	13-26
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	49-82	33-49	16-33
CaCO <sub>3</sub>	54-90	36-54	18-36

**Tabelle 1:** Menge (kg/ha) der reinen Substanz, die erforderlich ist, um 1 Einheit des pH-Wertes zu erhöhen

Verschiedene natürlich vorkommende Mineralien können den pH-Wert des Bodens auf die gleiche Weise beeinflussen, aber die Methoden zur Bodenverbesserung können sich unterscheiden. Zum Beispiel können bei einem erhöhten pH-Wert je nach Bodenbeschaffenheit folgende Methoden sinnvoll sein:

- Kalkhaltige Böden:  
Zugabe von organischen Verbindungen (anorganische Verbesserungsmittel wie Schwefel und Schwefelsäure sind aufgrund der großen Mengen, die benötigt werden, unwirtschaftlich)
- Alkalisalzhaltige Böden:  
Wahl eines geeigneten Bewässerungssystems (Tropfenbewässerung), zum Ausspülen von Salzen
- Wenn die Alkalität durch Natrium verursacht wird, können Substanzen wie Gips (Calciumsulfat), Schwefel oder andere Schwefelverbindungen verwendet werden. In diesem Fall ist eine Kostenabschätzung erforderlich (siehe Tabelle 2).

Bodenverbesserer (reine Substanzen)	Menge (kg)
Calciumchlorid: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	85
Schwefelsäure: $\text{H}_2\text{SO}_4$	57
Schwefel: S	19
Eisensulfat: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	162
Aluminiumsulfat: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	129

**Tabelle 2.** Bodenverbesserer

### VERFAHREN ZUR DIREKTMESSUNG IM BODEN

*Hinweis: Wenden Sie diese Methode nicht in steinigem Boden an, da die Elektrode beschädigt werden könnte.*

1. Überprüfen Sie, ob das Messgerät richtig eingestellt ist und die pH-Elektrode kalibriert ist.
2. Tragen Sie ca. 5 cm Oberboden ab.
3. Bohren Sie den Boden (mit dem Erdbohrer HI721319) mindestens 20 cm tief vor.
4. Wenn der Boden trocken ist, befeuchten Sie ihn mit einer kleinen Menge destilliertem Wasser.
5. Spülen Sie die Elektrode mit Leitungswasser ab (kein destilliertes Wasser verwenden).
6. Führen Sie die Elektrode in das vorgebohrte Loch ein und drücken Sie sie leicht in den Boden, um einen guten Kontakt zu gewährleisten.
7. Lesen Sie den Messwert ab.
8. Nach erfolgter Messung spülen Sie die Elektrode mit Leitungswasser ab und entfernen Sie evtl. anhaftenden Schmutz vorsichtig mit den Fingern (keinen Lappen oder Tuch verwenden).
9. Wiederholen Sie den Vorgang an verschiedenen Probenstellen und berechnen Sie den Durchschnitt der Messdaten.

## VERFAHREN ZUR MESSUNG EINER SCHLÄMMPROBE

Für das beste Ergebnis wird empfohlen, den pH-Wert einer Schlämmprobe zu messen, welche mit der Boden-Testlösung [HI7051](#) aufbereitet wurde.

Dieses Verfahren empfiehlt sich besonders bei steinigem Böden, in denen die Elektrode ansonsten beschädigt werden könnte.

1. Überprüfen Sie, ob das Messgerät richtig eingestellt ist und die pH-Elektrode kalibriert ist.
2. **Probenahme:**
  - a. Bodenprobe entnehmen:  
Nehmen Sie 1 Probe pro 1000 m<sup>2</sup> einer homogenen Fläche. Auch für kleine Flächen werden mindestens 2 Proben empfohlen (je mehr Proben, desto besser die Endergebnisse, da das Ergebnis repräsentativer ist).  
Vermeiden Sie es, Proben von Stellen zu entnehmen, die offensichtliche Anomalien aufweisen. Wenn Sie diese Stellen beproben möchten, betrachten Sie die Ergebnisse getrennt von den restlichen Proben.
  - b. Probenmenge:  
Entnehmen Sie für jede Probenstelle dieselbe Probenmenge. Verwenden Sie beispielsweise Beutel mit demselben Volumen.
  - c. Probentiefe:
    - Allgemein: Tragen Sie ca. 5 cm Oberboden ab.
    - Krautige Kulturen: zwischen 20 und 40 cm Tiefe
    - Obstgärten: zwischen 20 und 60 cm Tiefe
  - d. Trocknen Sie die Bodenproben, indem Sie sie auf Zeitungspapier ausbreiten und an einem schattigen Ort trocknen lassen oder geben Sie sie in einen Ofen bei 40 °C.
  - e. Pulverisieren Sie die getrocknete Erde und mischen Sie alle Proben zusammen, um eine homogene Mischung zu erhalten. Entfernen Sie Steine und Pflanzenreste.
  - f. Entnehmen Sie dieser Mischung die erforderliche Menge, um die Analyse durchzuführen.
3. **Aufschlännen, Vorbereiten und Messen der Probe:**
  - a. Sieben Sie die Erde auf eine Körnung von 2 mm.
  - b. Wiegen Sie 10 g Erde ab und geben Sie sie in 25 mL der Boden-Testlösung [HI7051](#). Sie können die Probenmenge auch vervielfachen (z. B. 20 g Erde pro 50 mL Boden-Testlösung).
  - c. Mischen Sie die Lösung für ca. 30 Sekunden und lassen Sie sie dann für ca. 5 Minuten ruhig stehen.
  - d. Durchmischen Sie die Lösung erneut und messen Sie den pH-Wert.

## VERFAHREN ZUM MESSEN VON ORGANISCHEN SUBSTRATEN

Die pH-Messung von organischen Substraten ist wichtig in Gewächshäusern und Gärtnereien. Der pH-Wert sollte von Anfang an überprüft werden, um sicherzustellen, dass der pH-Wert des (gekauften) Substrats dem gewünschten Wert entspricht (der pH-Wert kann sich ändern, wenn zu viel Zeit vom Zeitpunkt der Verpackung bis zum Zeitpunkt der Verwendung vergeht).

1. Überprüfen Sie, ob das Messgerät richtig eingestellt ist und die pH-Elektrode kalibriert ist.
2. **Direktmessung im Substrat:**
  - a. Wenn das Substrat trocken ist, fügen Sie etwas destilliertes Wasser hinzu.
  - b. Führen sie den Erdbohrer [HI721319](#) in das Substrat ein, um es vorzubereiten.
  - c. Führen Sie die Elektrode mit vorsichtigem Druck in die vorbereitete Stelle im Boden ein und stellen Sie sicher, dass das pH-Glas Kontakt zum Substrat hat.
  - d. Warten Sie bis der Messwert sich stabilisiert hat und lesen Sie ihn ab.
  - e. Waschen Sie die Elektrode mit Leitungswasser ab und entfernen Sie anhaftendes Substrat gründlich mit dem Finger, dies verhindert ein Zerkratzen der Elektrode.
3. **Messung einer organischen Substratlösung**
  - a. Nehmen Sie eine Substratprobe und lassen Sie sie trocken. Entfernen Sie alle Pflanzenteile und Steine.
  - b. Wiegen Sie 10 g des Substrats in einen Becher ein und fügen Sie 20 mL der Boden-Testlösung [HI7051](#) hinzu. Falls nötig, kann die Probenmenge auf 20 g Substrat und 40 mL [HI7051](#) erhöht werden.
  - c. Mischen Sie die Probe kräftig durch (für ca. 30 Sekunden).
  - d. Warten Sie 5 Minuten. Hierbei werden lösliche Nährstoffe gelöst.
  - e. Tauchen Sie die Elektrode in die Probe ein und bewegen sie Sie sanft.
  - f. Warten Sie bis der Messwert sich stabilisiert hat und lesen Sie ihn ab.
  - g. Waschen Sie die Elektrode mit Leitungswasser ab und entfernen Sie anhaftendes Substrat gründlich mit dem Finger, dies verhindert ein Zerkratzen der Elektrode.

## BEWÄSSERUNGSWASSER

Die Qualität des Bewässerungswassers ist ein sehr wichtiger Faktor im Pflanzenbau. Wenn der pH-Wert des Wassers sehr weit von pH 7 entfernt ist, ist es möglich, dass Anomalien vorliegen.

pH-Bereiche zur Beurteilung der Wasserqualität:

- pH 6 bis 8,5: Gut, kann problemlos verwendet werden.
- pH 5 bis 6 oder pH 8,5 bis 9: Ausreichend, empfindliche Pflanzen können Probleme bereiten
- pH 4 bis 5 oder pH 9 bis 10: Mit Vorsicht zu verwenden, Benetzung der Pflanzen vermeiden, wenn möglich.
- pH < 4 oder pH > 10: Es liegen Anomalien vor, die durch eine chemische Analyse identifiziert werden müssen. Nicht zur Bewässerung verwenden.

## NÄHRLÖSUNGEN

Für ein optimales Pflanzenwachstum in Gewächshäusern ist ein rationelles Düngeprogramm erforderlich. Der pH-Wert der Nährlösung (Wasser + Dünger) muss dem Bedarf der Pflanzen entsprechen.

Überprüfen Sie den pH-Wert der Bewässerungslösung sowie jedweder wiederaufbereiteten Lösung. Wenn ein Dünge­system mit automatischer pH-Kontrolle verwendet wird, ist auf seine einwandfreie Funktion zu achten.

Die folgende Tabelle 3 zeigt den optimalen pH-Wert für verschiedene Pflanzenarten auf.

Obstgehölze			
Name	pH	Name	pH
Apfel	5-6,5	Orange	5-7
Aprikose	6-7	Pfirsich	6-7,5
Kirsche	6-7,5	Birne	6-7,5
Grapefruit	6-7,5	Pflaume	6-7,5
Rebe	6-7	Granatapfel	5,5-6,5
Zitrone	6-7	Walnuss	6-8
Nektarine	6-7,5		
Gemüse, Feldfrüchte, Öpflanzen			
Name	pH	Name	pH
Artischocke	6,5-7,5	Paprika	6-7
Spargel	6-8	Kartoffel, früh	4,5-6
Gerste	6-7	Kartoffel, spät	4,5-6
Bohne	6-7,5	Süßkartoffel	5,5-6
Rosenkohl	6-7,5	Kürbis	5,5-7,5
Karotte, früh	5,5-7	Reis	5-6,5
Karotte, spät	5,5-7	Sojabohne	5,5-6,5
Gurke	5,5-7,5	Spinat	6-7,5
Aubergine	5,5-7	Erdbeere	5-7,5
Salat	6-7	grüne Bohne	6-7,5

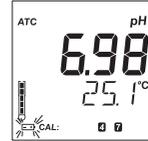
Gemüse, Feldfrüchte, Ölpflanzen			
Name	pH	Name	pH
Mais	6-7,5	Zuckerrübe	6-7
Melone	5,5-6,5	Sonnenblume	6-7,5
Hafer	6-7	Tomate	5,5-6,5
Zwiebel	6-7	Wassermelone	5,5-6,5
Erbse	6-7,5	Weizen	6-7
Gräser			
Name		pH	
Rasen		6-7,5	
Garten-Zierpflanzen			
Name	pH	Name	pH
Akazie	6-8	Liguster	5-7,5
Acanthus	6-7	Magnolie	5-6
Amarant	6-6,5	Narzisse	6-8,5
Bougainvillea	5,5-7,5	Oleander	6-7,5
Dahlie	6-7,5	Paulownia	6-8
Erika	4,5-6	Portulak	5,5-7,5
Wolfsmilch	6-7	Primel	6-7,5
Fuchsie	5,5-7,5	Rhododendron	4,5-6
Enzian	5-7,5	Rose	5,5-7
Gladiole	6-7	Sedum	6-7,5
Nieswurz	6-7,5	Sonnenblume	5-7
Hyazinthe	6,5-7,5	Tulpe	6-7
Iris	5-6,5	Veilchen	5,5-6,5
Wacholder	5-6,5		

Zimmerpflanzen			
Name	pH	Name	pH
Abutilon	5,5-6,5	Gardenie	5-6
Usambaraveilchen	6-7	Storchschnabel	6-8
Flamingoblume	5-6	Hibiskus	6-8
Kamelie	4,5-5,5	Orchidee	4,5-5,5
Wunderstrauch	5-6	Palmen	6-7,5
Alpenveilchen	6-7	Peperomia	5-6
Dieffenbachie	5-6	Philodendron	5-6
Drachenbaum	5-6	Yucca	6-7,5
Freese	6-7,5		

Tabelle 3. pH-Optimum für verschiedene Pflanzenarten

## BATTERIEWECHSEL

Wenn die verbleibende Batterielebensdauer 10% oder weniger beträgt, blinkt das Batteriesymbol in der Anzeige. Die Batterien sollten baldmöglichst gewechselt werden.



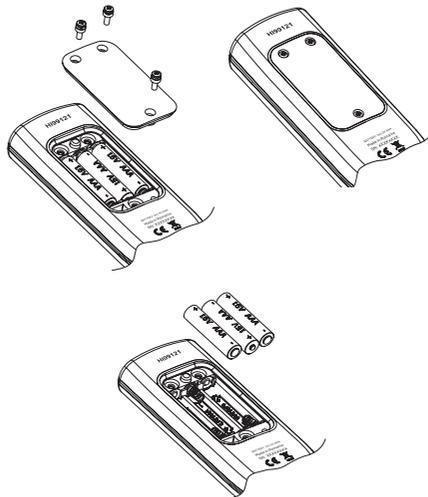
### BATTERY ERROR PREVENTION SYSTEM (BEPS)

Bei schwacher Batterie (Ladezustand "0%") zeigt das Display "bAtt", "DEAD" für einige Sekunden, anschließend schaltet sich das Gerät aus. Somit wird Messfehlern wegen zu geringer Stromversorgung vorgebeugt.

Die Batterien sollten baldmöglichst gewechselt werden.

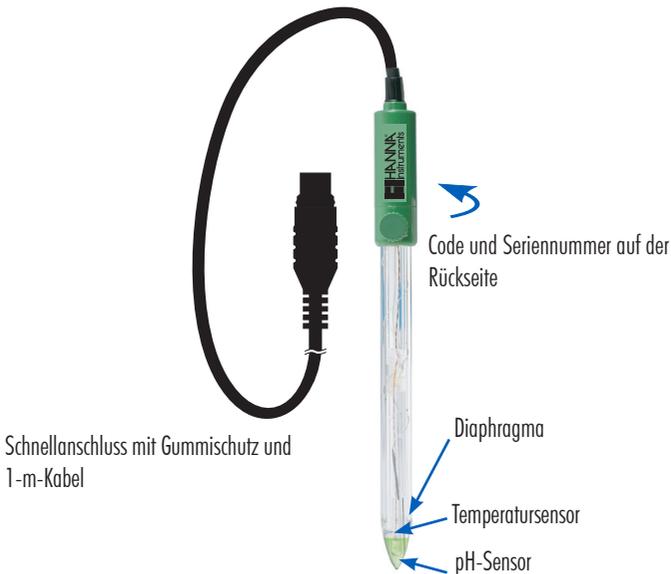
Zum Wechseln der Batterien:

1. Geräteschutzhülle ggf. entfernen und Batteriefach an der Rückseite des Geräts mit einem Schraubendreher öffnen.
2. Die verbrauchten Batterien herausnehmen und durch neue ersetzen. Auf korrekte Polarität achten.
3. Batteriefachdeckel schließen und verschrauben. Dabei auf korrekten Sitz der Dichtung achten.



## ZUBEHÖR

<b>HI12923</b>	Kombinierte, vorverstärkte pH-/Temperatursonde mit konischer Spitze, DIN-Anschluss und 1 m Kabel
<b>HI7004L</b>	pH 4,01 Puffer, 500 mL
<b>HI7006L</b>	pH 6,86 Puffer, 500 mL
<b>HI7007L</b>	pH 7,01 Puffer, 500 mL
<b>HI7009L</b>	pH 9,18 Puffer, 500 mL
<b>HI7010L</b>	pH 10,01 Puffer, 500 mL
<b>HI70300L</b>	Aufbewahrungslösung für pH- und Redox-Elektroden, 500 mL
<b>HI7061L</b>	Reinigungslösung für pH- und Redox-Elektroden, 20-mL-Beutel (25 Stck.)
<b>HI7071</b>	3,5M KCl mit AgCl Referenzelektrolyt, 30 mL, 4 Stck.
<b>HI700663P</b>	Reinigungslösung für Bodenrückstände, 20-mL-Beutel, 25 Stck.
<b>HI700664P</b>	Reinigungslösung für Humusrückstände, 20-mL-Beutel, 25 Stck.
<b>HI7051L</b>	Boden-Testlösung, 500 mL
<b>HI710028</b>	Silikonhülle, orange
<b>HI7101421</b>	Schwarzer Transportkoffer für tragbare pH-Meter der Serie HI991XX
<b>HI721319</b>	Erdbohrer
<b>HI76405</b>	Elektrodenhalter
<b>HI77400P</b>	Kalibrierkit (Puffer pH 4,01 und pH 7,01, 20-mL-Beutel, je 5 Stck.)



## ELEKTRODENWARTUNG

### VORBEREITUNG

1. Schutzkappe entfernen Eventuelle Salzablagerungen an der Elektrode sind unbedenklich und können mit Wasser abgespült werden.
2. Elektrode ähnlich einem Fieberthermometer schütteln, um Luftblasen in der Glasspitze der pH-Elektrode zu entfernen.
3. Verschluss der Nachfüllöffnung öffnen um den Elektrolytdurchfluss zu gewährleisten. Verschluss aufbewahren.
4. **HI7071** 3,5M KCl mit AgCl Referenzelektrolyt nachfüllen.
5. Falls die Sensorspitze und/oder das Diaphragma trocken sind, die Elektrode für mindestens 30 min in Elektrodenaufbewahrungslösung **HI70300** tauchen.
6. Elektrode anschließend mit Wasser abspülen und neu kalibrieren.

Bei Verlust der Abschirmung aufgrund eines niedrigen Elektrolytstandes: Elektrolyt mit einer Spritze entleeren und mit frischem **HI7071** 3,5M KCl mit AgCl-Referenzelektrolyt auffüllen.

### AUFBEWAHRUNG

Um eine schnelle Ansprechzeit zu gewährleisten, sollten die Glasspitze und das Diaphragma der pH-Elektrode feucht gehalten werden.

1. Geben Sie hierzu einige Tropfen Elektrodenaufbewahrungslösung **HI70300** in die Schutzkappe, bevor Sie sie aufsetzen.
2. Folgen Sie dem oberen Abschnitt „Vorbereitung“, bevor Sie Messungen durchführen.

*Hinweis: Die Elektrode darf niemals in destilliertem Wasser aufbewahrt werden, dies kann die Elektrode irreparabel beschädigen!*

### REGELMÄSSIGE WARTUNG

1. Untersuchen Sie die Elektroden auf Kratzer oder Risse. Falls diese vorhanden sind, tauschen Sie die Elektrode aus.
2. Spülen Sie alle Salzablagerungen mit Wasser ab.

Befolgen Sie den oberen Abschnitt „Aufbewahrung“

### REINIGUNG

- Tauchen Sie die Elektrode für 20 Minuten in Elektrodenreinigungslösung **HI700601**, in Reinigungslösung für Bodenrückstände **HI700663** oder in Reinigungslösung für Humusrückstände **HI700664**. Spülen Sie anschließend die Elektrode mit Wasser ab.
3. Tauchen Sie die Elektrode für mindestens 30 min in die Elektrodenaufbewahrungslösung **HI70300**.
  4. Spülen Sie beide Elektroden mit reichlich deionisiertem/destilliertem Wasser, um alle Verunreinigungen zu entfernen.
  5. Kalibrieren Sie neu.

## FEHLERBEHEBUNG

Gerät: Alle Bedien- und Kalibrieranweisungen befolgen.

Elektrode: Anweisungen in Abschnitt "Sensor Check", S. 10 befolgen.

## ZERTIFIKAT

Alle Geräte von Hanna Instruments sind konform mit den Europäischen CE-Richtlinien.



RoHS  
compliant

## ENTSORGUNG

### Gerät und Zubehör

Entsorgen Sie das Produkt nicht über den Hausmüll sondern über geeignete Recyclingsysteme für elektrische und elektronische Geräte.

### Gebrauchte Batterien

Dieses Produkt enthält Batterien. Um potentielle Gefahren für Mensch und Umwelt zu vermeiden, entsorgen Sie Batterien nicht über den Hausmüll, sondern über geeignete Recyclingsysteme.

Für weitere Informationen zur Entsorgung kontaktieren Sie Ihre kommunalen Abfallentsorgungsstelle oder Ihren Händler oder besuchen Sie [www.hannainst.de](http://www.hannainst.de).



## Empfehlungen für den Anwender

Bevor Sie dieses Produkt in Betrieb nehmen, stellen Sie sicher, dass es für Ihren Anwendungsbereich und Ihre Umgebungsbedingungen geeignet ist. Jede vom Benutzer vorgenommene Änderung am Produkt kann die Leistung des Produkts beeinträchtigen. Zu Ihrer eigenen Sicherheit und zum Schutz des Produktes, verwenden oder lagern Sie es nicht in gefährlichen Umgebungen.

## Garantie

Das Gerät besitzt eine Garantie von 2 Jahren auf Fehler in Ausführung und Material, wenn es für den beabsichtigten Zweck genutzt und nach den Anweisungen gewartet wird. Auf Sonden gewähren wir eine Garantie von 6 Monaten. Diese Garantie beschränkt sich nur auf kostenlose Reparatur oder Ersatz der Messgeräte. Schäden aufgrund von Unfällen, falschen Gebrauchs, Verstopfungen/Verschmutzungen oder Nichtbefolgen der beschriebenen Wartungsmaßnahmen werden nicht abgedeckt.

Wenn Sie einen Service wünschen, wenden Sie sich an Ihre örtliche Hanna-Niederlassung (Kontaktinformationen s. nachstehend).

Bei Garantieanspruch geben Sie Modellnummer, Seriennummer, Kaufdatum und Art des Ausfalls an und fordern eine Autorisation zur Rücksendung an. Wir bitten Sie, die Ware möglichst in ihrer Originalverpackung an uns zurückzusenden.

Technische Abweichungen, Irrtümer und Druckfehler in dieser Bedienungsanleitung vorbehalten.

## Hanna Instruments Deutschland GmbH

An der Alten Ziegelei 7  
89269 Vöhringen  
p: +49 7306 3579100  
f: +49 7306 3579101  
e: [info@hannainst.de](mailto:info@hannainst.de)  
w: [www.hannainst.de](http://www.hannainst.de)

