

Rohwasserentnahme  
Planungshinweis

# FU-Betrieb für Unterwassermotor-Pumpen (Brunnenpumpen)





## Betrieb am Frequenzumrichter

Die aufgelisteten Wilo-Unterwassermotor-Pumpen (auch bekannt als „Brunnenpumpen“ oder „Bohrlochpumpen“), können mit pulsweitenmodulierten Frequenzumrichtern betrieben werden:

- Wilo-Sub TWI 4 bis TWI 10
- Wilo-Actun ZETOS-K
- Wilo-Actun ZETOS-F
- Wilo-EMU D ..., DCH ..., K ..., KM ..., NK ..., SCH ...

## Pulsweitenmodulierter Frequenzumrichter

Die eingehende Netzspannung wird in Gleichstrom (DC) umgewandelt und in einem Kondensator gespeichert. Am Ausgang des Frequenzumrichters befindet sich ein Wechselrichter. Dieser Wechselrichter ist mit reaktionsschnellen Halbleitern ausgestattet. Die Halbleiter werden nacheinander ausgelöst, um den Kondensator mit den Motorwicklungen zu verbinden. Diese Verbindung erfolgt bei einer Impulsfrequenz von etwa 4–16 kHz.

Bei den meisten Frequenzumrichtern kann die Impulsfrequenz angepasst werden. Der Arbeitszyklus und die Pausen der Rechteckwelle können ebenfalls geändert werden. Mit diesen Einstellungen kann die Ausgangsspannung am Motor angepasst werden (siehe Schema).

**Sollwert:** Die gewünschte Ausgangsspannung, die mit dem sinusförmigen Profil der Netzspannung übereinstimmt.

**Impulsfrequenz:** Pulsweitenmodulierte Ausgangsspannung des Frequenzumrichters.

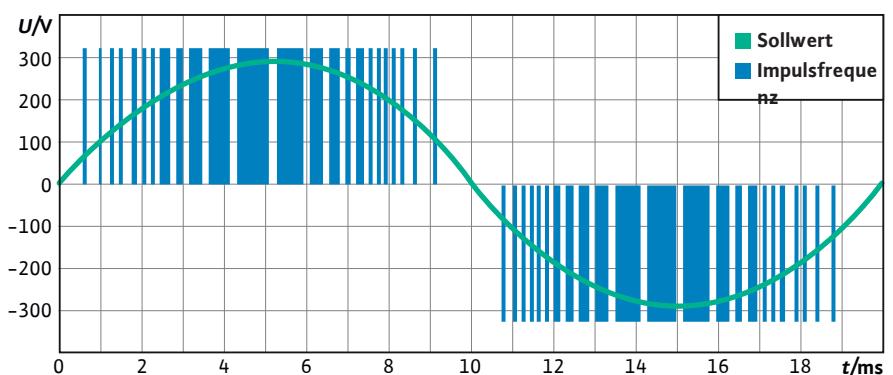


Fig. 1: Ausgangsspannung des Frequenzumrichters

Darüber hinaus können auch Ausgangsfilter nachgeschaltet werden. Diese Filter dämpfen die ausgehende Rechteckspannung und reduzieren Spannungsspitzen.

## Elektromagnetische Störungen

Frequenzumrichter erzeugen elektromagnetische Störungen, die zu Fehlfunktionen anderer elektronischer Geräte führen können. Störungen können sowohl die Einangsseite (die Netzstromversorgung) als auch die Ausgangsseite (die Stromversorgung der Pumpe) betreffen. Elektromagnetische Strahlung kann beispielsweise die Überwachung der thermischen Motorwicklung stören. Die für die Planungsphase aufgeführten Maßnahmen befolgen, um mögliche Probleme auf ein Minimum zu beschränken:

- Geteilte Anschlusskabel als Strom- und Steuerkabel verwenden.
- Auf einen ausreichenden Abstand zwischen Strom- und Steuerkabeln achten.
- Steuerkabel in Form von geschirmten Kabeln bestellen. Auch für die Füllstands-messung und die Überwachungseinrichtungen sollten geschirmte Kabel verwendet werden.
- EMV-Filter an der Ausgangsseite des Frequenzumrichters anbringen.
- Die Kabel dürfen sich nicht überkreuzen.

## Motorwicklung

Die Motorwicklungen der Unterwassermotor-Pumpen sind normalerweise aus kunststoffisolierten Drähten gefertigt (PE oder PE2):

- PE-Wicklungen sind besonders empfindlich gegenüber Spannungsspitzen. Auf keinen Fall Frequenzumrichter für Motoren mit PE-Wicklung verwenden.
- PE2-Wicklungen sind widerstandsfähiger gegenüber Spannungsspitzen. Motoren nur mit PE2-Wicklungen mit Frequenzumrichtern betreiben, wenn Ausgangsfilter installiert sind.

## Motorüberwachung

In den Frequenzumrichtern sind verschiedene Überwachungseinrichtungen integriert. Außerdem wird empfohlen, dass Unterwassermotor-Pumpen über eine thermische Motorwicklungsüberwachung verfügen. Für Unterwassermotor-Pumpen sind PT100-Widerstandstemperaturfühler auf Bestellung erhältlich. Unbedingt Folgendes beachten:

- Die Unterwassermotor-Pumpe ist serienmäßig nicht mit einem PT100-Sensor ausgestattet. Die Option muss zum Zeitpunkt des Kaufs der Pumpe mitbestellt werden.
- PT100-Sensoren sind für Motoren ab Größe 6" erhältlich.
- PT100-Sensoren können nicht nachgerüstet werden.

## Auswahl des Frequenzumrichters

Wilo-Motoren in serienmäßiger Bauweise können mit einem Frequenzumrichter an Spannungen von bis zu 415 V/50 Hz oder 480 V/60 Hz betrieben werden. Für Nennspannungen über 415 V/50 Hz oder 480 V/60 Hz an den Kundendienst wenden.

Die Mindestanforderungen für die Auswahl und den Einsatz eines Frequenzumrichters sind wie folgt:

- Frequenzumrichter und Pumpe müssen miteinander kompatibel sein. Die Kompatibilität ist insbesondere bei Permanentmagnetmotoren von entscheidender Bedeutung. Vor dem Einbau unbedingt beim Hersteller nach der Kompatibilität erkunden.
- Den Frequenzumrichter entsprechend dem Nennstrom des Motors auslegen. Den Umrichter auf keinen Fall ausschließlich anhand der Nennleistung des Motors auswählen. Ein falscher Frequenzumrichter kann zu Betriebsproblemen am Motor führen.
- Motorsteuerung durch Vektorsteuerung (auch als feldorientierte Steuerung bezeichnet).

Die Vektorsteuerung ermöglicht eine genaue Drehzahlregelung und Drehmomentsteuerung durch Anpassen von Spannung, Frequenz und Phasenwinkel zwischen dem Statorstrom und der Rotorposition.

Bei einfacheren Anwendungen kann die Steuerung über eine Spannungs-Frequenz-Steuerung ( $U/f$ -Steuerung) erfolgen. Bei dieser Art der Steuerung wird ein konstantes Verhältnis zwischen Spannung und Frequenz aufrechterhalten. Die  $U/f$ -Steuerung ist also nicht so leistungsfähig wie die Vektorsteuerung.

- Automatische Motoranpassung (AMA)

Diese Funktion passt die Einstellungen des Frequenzumrichters automatisch an, um die Leistung mit dem angeschlossenen Motor zu optimieren, ohne dass eine manuelle Einstellung oder Last-Entkopplung erforderlich ist. Sie vereinfacht die Installation und Inbetriebnahme, indem sie die Parameter des Motors identifiziert und den Frequenzumrichter entsprechend anpasst.

- Aufgrund der erhöhten Erwärmung durch Oberschwingungen muss die Nennleistung des Motors ca. 10 % höher sein als der Leistungsbedarf der Hydraulik. Bei Frequenzumrichtern mit niederharmonischem Ausgang kann die Leistungsreserve auf 7 % gesenkt werden.
- Die Einhaltung aller vorgegebenen Grenzwerte für Spannungsspitzen, Drehzahl, Leistungsaufnahme und andere relevante Parameter überprüfen.
- Es müssen Anschlüsse für PT100-Sensoren zur Überwachung der thermischen Motorwicklung vorhanden sein.

## Ausgangsfilter

Ausgangsfilter werden in der Regel empfohlen, um hochfrequente Anteile im Ausgangssignal zu verringern. Diese Filter verhindern Schäden an der Motorisolierung, verringern die Motorgeräusche und stellen sicher, dass die EMV-Vorschriften eingehalten werden.

Da Motoren mit PE2-Wicklungen empfindlich auf Spannungsspitzen reagieren, sollten Ausgangsfilter (Sinusfilter oder  $dU/dt$ ) nachgeschaltet werden. Diese Filter halten die Maximalwerte an den Wicklungen in den vorgegebenen Grenzen:

\* Siehe Tabelle „Motordaten“ für die Maximalwerte aller Motoren.

- Die maximale Spannungsanstiegs geschwindigkeit\* am Anschlusspunkt zwischen dem Anschlusskabel und der Wicklung des Motors.
- Die maximale Spannungsspitze\* am Anschlusspunkt zwischen dem Anschlusskabel und der Wicklung des Motors.

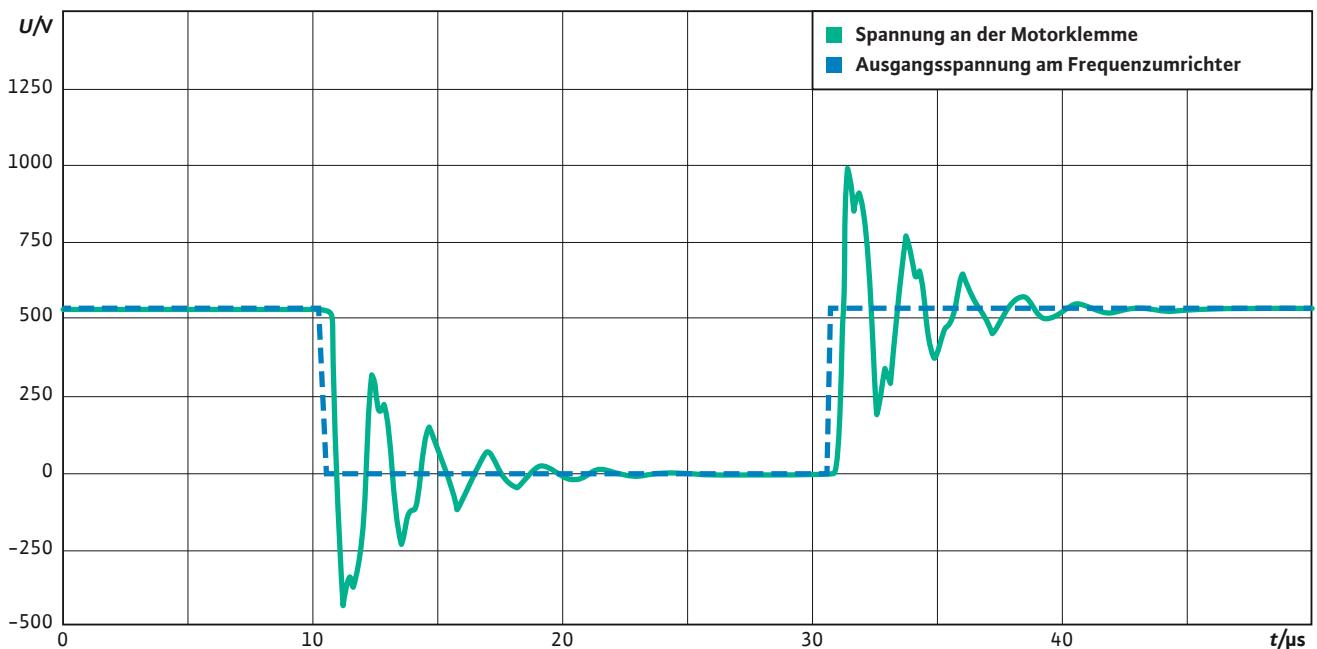


Fig. 2: Ausgangsspannung des Frequenzumrichters im Vergleich zur Spannung an der Motorklemme

Die Werte für „Spannungsanstiegsgeschwindigkeit“ und „Spannungsspitze“ beziehen sich auf die einzelnen Phasen. Aufgrund des Erdungspotentials des Wassers um die Wicklungen herum müssen diese Werte auch zwischen der Phase und dem Schutzleiter beachtet werden. Da nur ein einziger isolierter Leiter vorhanden ist, betragen die Spannungsspitzen Grenzwerte Phase-Erde 50 % der Phase-Phase-Grenzwerte. Folgendes ist zu beachten:

- Nicht alle Filter sind mit allen Frequenzumrichtern kompatibel. Sicherstellen, dass der Filter und der Frequenzumrichter miteinander kompatibel sind.
- Ausgangsfilter verursachen einen erhöhten Spannungsabfall. Dieser Spannungsabfall muss daher bei der Auslegung des Systems berücksichtigt werden.

- Da die Halbleiter in Frequenzumrichtern immer schneller werden, steigen auch die Spitzenwerte zwischen Phase und Erde in kritische Höhen an. Daher werden allpolige Filter installiert.

## Betriebsparameter

Siehe Tabelle „Motordaten“ für die technischen Daten aller Motoren, wie z. B. die Maximal- und die Minimalfrequenz.

- Eine erhöhte Motorgeräuschenwicklung aufgrund von Oberwellen in der Stromversorgung ist normal.
  - Der unterste Teil des Drehzahlbereichs (Anlauf bis  $f_{min}$ ) muss in 2 Sekunden durchlaufen werden.
  - Sicherstellen, dass die Pumpe im gesamten Regelbereich ruck- und schwingungsfrei (ohne Schwingungen, Resonanzen, Pendel-Drehmomente) arbeitet. Andernfalls kann die Gleitringdichtung Undichtigkeiten aufweisen oder beschädigt werden.
  - Die Unterwassermotor-Pumpe ist mit wassergeschmierten Lagern ausgestattet. Zur Bildung eines Schmierfilms ist eine Mindestdrehzahl erforderlich. Die Pumpe darf nur im definierten Regelbereich kontinuierlich betrieben werden. Ein Betrieb außerhalb dieses Bereichs führt zu einem Totalschaden der Motorlager.
- Zulässiger Regelbereich:<sup>\*</sup>
- Minimale Impulsfrequenz  
Die Impulsfrequenz wird entsprechend den Anforderungen des Ausgangsfilters eingestellt. Für die Erstinbetriebnahme wird, sofern nicht anders angegeben, ein Wert von 4 kHz empfohlen.
  - Die maximale Spannungsanstiegsgeschwindigkeit am Anschlusspunkt zwischen dem Anschlusskabel und der Wicklung des Motors:<sup>\*</sup>
  - Die maximale Spannungsspitze am Anschlusspunkt zwischen dem Anschlusskabel und der Wicklung des Motors:<sup>\*</sup>
  - Maximale Ausgangsstrom am Frequenzumrichter: 1,5-facher Nennstrom
  - Maximale Überlastzeitspanne: 60 Sekunden

## Betrieb oberhalb der Nennfrequenz des Motors

Je nach Motorlast kann die Pumpe mit einer Frequenz arbeiten, die über der Nennfrequenz des Motors liegt. Der Motor muss für die höheren Leistungsanforderungen der Hydraulik ausgelegt sein.

**Hinweis:** Die Leistungsanforderung der Pumpe darf nicht größer sein als die Nennleistung des Motors minus der definierten Reserven. Genaue Angaben hierzu erhalten Sie vom Kundendienst.

Die für den Betrieb angegebenen Grenzwerte über der Nennfrequenz des Motors einhalten:

- Pumpen mit Asynchronmotoren mit einer Nennfrequenz des Motors von 50 Hz können bis zu 60 Hz geregelt werden.
- Pumpen mit Asynchronmotoren mit einer Nennfrequenz des Motors von 60 Hz können nicht mit einer höheren Frequenz geregelt werden.
- Pumpen mit Permanentmagnetmotoren mit einer Nennfrequenz des Motors von 100 Hz können bis zu 120 Hz geregelt werden.

## Frequenzumrichter für die Nachrüstung gebrauchter Unterwassermotor-Pumpen

Wilo-Unterwassermotor-Pumpen sind mit wärmesensitiven PE- oder PE2-Wickeldrähten ausgestattet. Die Isolation dieser Drähte verschlechtert sich mit der Zeit. Pumpen, die älter als fünf Jahre sind, nicht mit Frequenzumrichtern nachrüsten.

## Motordaten

Motortyp	Bauart	Polzahl	$f_{\text{nominal}}$	$f_{\text{min}}$	$f_{\text{max}}$	Rampenzeit	Maximale Spannungsanstiegs geschwindigkeit* (für Motoren mit PE2-Wicklungen)	Maximale Spannungsspitze: Phase-Erde* (für Motoren mit PE2-Wicklungen)	Maximale Spannungsspitze: Phase-Phase* (für Motoren mit PE2-Wicklungen)
NU 431	gekapselt, asynchron	2	50 Hz	30 Hz	60 Hz	1 s	500 V/ $\mu$ s	500 Volt	1000 Volt
NU 436	gekapselt, asynchron	2	50 Hz	30 Hz	60 Hz	1 s	500 V/ $\mu$ s	500 Volt	1000 Volt
NU 437	wiederwickelbar, Permanentmagnet	4	100 Hz	60 Hz	120 Hz	1 s	500 V/ $\mu$ s	500 Volt	1000 Volt
NU 501	gekapselt, asynchron	2	50 Hz	30 Hz	60 Hz	1 s	625 V/ $\mu$ s	500 Volt	1250 V
NU 511	wiederwickelbar, Permanentmagnet	4	100 Hz	60 Hz	120 Hz	1 s	500 V/ $\mu$ s	500 Volt	1000 Volt
NU 512	gekapselt, Permanentmagnet	4	100 Hz	60 Hz	120 Hz	1 s	500 V/ $\mu$ s	500 Volt	1000 Volt
NU 611	gekapselt, asynchron	2	50 Hz	25 Hz	60 Hz	2 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V
NU 612	wiederwickelbar, Permanentmagnet	4	100 Hz	60 Hz	120 Hz	1 s	500 V/ $\mu$ s	500 Volt	1000 Volt
NU 701	gekapselt, asynchron	2	50 Hz	30 Hz	60 Hz	1 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V
NU 711	wiederwickelbar, Permanentmagnet	4	100 Hz	60 Hz	120 Hz	1 s	500 V/ $\mu$ s	500 Volt	1000 Volt
NU 801	wiederwickelbar, asynchron	2	50 Hz	25 Hz	60 Hz	2 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V
NU 811	wiederwickelbar, asynchron	2	50 Hz	25 Hz	60 Hz	2 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V
NU 812	wiederwickelbar, Permanentmagnet	4	100 Hz	60 Hz	120 Hz	1 s	500 V/ $\mu$ s	500 Volt	1000 Volt
NU 911	wiederwickelbar, asynchron	2	50 Hz	25 Hz	60 Hz	2 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V
NU 911	wiederwickelbar, asynchron	4	50 Hz	30 Hz	60 Hz	2 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V
NU 121	wiederwickelbar, asynchron	4	50 Hz	30 Hz	60 Hz	2 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V
NU 122	wiederwickelbar, asynchron	2	50 Hz	25 Hz	60 Hz	2 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V
NU 160	wiederwickelbar, asynchron	2	50 Hz	25 Hz	60 Hz	2 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V
NU 160	wiederwickelbar, asynchron	4	50 Hz	30 Hz	60 Hz	2 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V
U 210	wiederwickelbar, asynchron	2	50 Hz	25 Hz	60	2 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V
U 210	wiederwickelbar, asynchron	4	50 Hz	30 Hz	60 Hz	2 s	500 V/ $\mu$ s	625 V	1250 V

Hinweis:

\* Am Anschlusspunkt zwischen Anschlusskabel und der Motorwicklung.









Pioneering for you

wilo

6097598 • Ed.01/2025-11 • DE



Local contact at  
[www.wilo.com/contact](http://www.wilo.com/contact)

WILO SE  
Wilopark 1  
44263 Dortmund

[www.wilo.com](http://www.wilo.com)