

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

# Oberschwingungen – ein kostspieliges Problem einfach gelöst

**40%**

Transformatorauslastung  
mit Danfoss VLT®  
Frequenzumrichter  
möglich. Bei höherer  
Auslastung bietet  
Danfoss Lösungen an.

[www.danfoss.de/vlt](http://www.danfoss.de/vlt)

**VLT**®  
THE REAL DRIVE



## F Was sind Oberschwingungen?

A Die Netzspannungsversorgung ist im Idealfall eine reine Sinuswelle mit einer Grundfrequenz von 50 oder 60 Hz. Alle elektrischen Betriebsmittel und Geräte sind für optimale Leistung auf diese Frequenz hin ausgelegt.

**Oberschwingungen sind Ströme oder Spannungen, deren Komponenten ganzzahlige Vielfache dieser Grundschwingungsfrequenz sind. Sie verzerren damit den reinen Sinusverlauf durch Überlagerung.**

Leistungselektronik, wie sie in Gleichrichtern, Frequenzumrichtern, USV-Anlagen, Beleuchtungsreglern (Dimmern), Fernsehgeräten und einer Fülle anderer Geräte zum Einsatz kommt, nimmt einen nicht sinusförmigen Strom auf.

Durch Rückkopplung mit der Netzversorgung entstehen somit in Abhängigkeit von der netzseitigen Impedanz stärkere oder schwächere Verzerrungen des Spannungsverlaufs.

In der Regel steigt vor Ort der Grad an Netzverzerrungen mit zunehmender Zahl installierter Geräte mit integrierter Leistungselektronik an.

## F Warum stellen Oberschwingungen ein Problem dar?

A Übermäßige Oberschwingungsbelastung der Netzversorgung bedeutet, dass nicht nur die 50- oder 60-Hz-Frequenz, sondern auch höhere Frequenzen in der Netzspannung enthalten sind.

Diese Oberschwingungen können von elektrischen Geräten nicht genutzt werden, haben aber erhebliche nachteilige Auswirkungen:

- Einschränkungen der Versorgungs- und Netzleistung
- Höhere Verluste
- Zusatzerwärmung von Transformatoren, Motoren und Kabeln
- Reduzierung der Gerätelebensdauer
- Teure ungewollte Produktionsstopps
- Störungen der Mess- und Steuerungstechnik
- Pulsierendes und reduziertes Motordrehmoment
- Geräusche

**Einfach ausgedrückt, reduzieren Oberschwingungen die Zuverlässigkeit, beeinträchtigen die Produktqualität und erhöhen die Betriebskosten.**



# F Bedeutet dies, dass jeder Frequenzumrichter zu Oberschwingungsproblemen führt?

**A** Nicht der einzelne Frequenzumrichter führt zu Problemen, sondern meist erst die Gesamtzahl der eingesetzten leistungselektronischen Geräte, sowie die hohe Anzahl der elektronischen Kleingeräte.

**Danfoss liefert alle VLT® Frequenzumrichter mit eingebauten DC-Drosseln\*, um Oberschwingungen zu reduzieren. Dies reicht in vielen Fällen aus, um die Spannungsverzerrung innerhalb der zulässigen Grenzen zu halten.**

In einigen Fällen ist aber eine zusätzliche Oberschwingungsreduzierung erwünscht, bzw. erforderlich.

Zu diesem Zweck bietet Danfoss eine Palette individueller Lösungen zur Reduzierung von Oberschwingungen an: VLT® Frequenzumrichter mit 12-Puls-

Einspeisung, Low Harmonic Drive und externe aktive sowie passive Oberschwingungsfilter.

Externe aktive Filter können in der Gesamtanlage zusätzlich weitere Verbraucher mit berücksichtigen und kompensieren.

Der Grad der Netzzrückwirkungen in Ihrer Anlage lässt sich in einfachen Fällen mit der kostenlosen VLT® MCT 31 und bei komplexen Anlagen mit der HCS Harmonic Calculation Software ermitteln.

Die Programme helfen Ihnen bei der Entscheidung, ob Sie zusätzliche Oberschwingungsmaßnahmen benötigen. Dabei berücksichtigen die Programme die aktuellen Normen und können Lösungen berechnen.



*Die VLT® MCT 31 bzw. die HCS -Software erlaubt eine Abschätzung der Strom- und Spannungsverzerrung Ihrer Anwendung durch Oberschwingungen und bestimmt, ob eine Oberschwingungsfilterung notwendig ist. Darüber hinaus kann die Software berechnen, welche Wirkung zusätzliche Geräte zur Oberschwingungsreduzierung haben und ob Ihre Anlage die Normen einhält.*

*\*Mit Ausnahme des VLT® Micro Drive FC 51 – hier steht eine externe Lösung zur Oberschwingungsreduzierung zur Verfügung.*



*Danfoss bietet eine Überprüfung der Oberschwingungsbelastung vor Ort an und gibt Empfehlungen zu der am besten geeigneten Lösung für die Reduzierung von Oberschwingungen.*

# F Wie wird die optimale Lösung zur Reduzierung der Oberschwingungen gewählt?

**A** Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Oberschwingungen zu reduzieren. Alle haben ihre Vor- und Nachteile.

Es gibt keine Lösung, die eine perfekte Lösung für alle Anwendungen und Netzbedingungen gleichzeitig bietet.

Um die optimale Lösung zur Oberschwingungsreduzierung zu erhalten, müssen Sie mehrere Parameter berücksichtigen.

Die Faktoren lassen sich in vier Gruppen einordnen:

- Netzbedingungen inklusive anderer Verbraucher
- Anwendung
- Übereinstimmung mit Vorschriften
- Kosten

**Danfoss führt auf Anfrage eine vollständige Analyse der Oberschwingungsbelastung in Ihrer Anlage durch und empfiehlt dann die am besten geeignete und wirtschaftlich interessanteste Lösung.**

Die Überprüfung berücksichtigt installierte Verbraucher, Vorschriften und Regelwerke sowie die Fächerung Ihrer Betriebsabläufe und Anwendung.

# Die wichtigsten Aspekte

Zwei VLT® Aktivfilter zur Kompensation des Strahlruderantriebs auf einem Schiff ermöglichen Arbeiten unter rauen Bedingungen.



> 300 VLT® Advanced Harmonic Filter, eingebaut in dezentralen Ölpumpstationen, stellen Förderung rund um die Uhr sicher.



Zwei VLT® Advanced Active Filter für HLK, installiert in einem Krankenhaus, sorgen für eine stabile Versorgung lebenswichtiger Geräte.



Danfoss Lösungen lassen sich einfach installieren, in Betrieb nehmen und individuell an Ihre Anwendung anpassen.

## Wie wirken sich Netzbedingungen auf die Oberschwingungsbelastung aus?

Der wichtigste Faktor zur Bestimmung der Oberschwingungsbelastung eines Versorgungsnetzes ist die Netzimpedanz.

Die Netzimpedanz hängt vor allem von der Transformatorgröße im Verhältnis zur Gesamtleistungsaufnahme installierter Verbraucher ab. Je größer der Transformator im Verhältnis zu den Oberschwingungserzeugenden Verbrauchern ist, desto geringer wirkt sich deren Einfluss aus.

Das Energieversorgungsnetz ist ein System aus Stromversorgungen und Stromverbrauchern, die über Transformatoren miteinander verbunden sind. Alle Verbraucher, die einen nicht-sinusförmigen Strom aufnehmen, tragen zur Oberschwingungsbelastung des Stromnetzes bei – nicht nur an der Niederspannungsversorgung, sondern auch bei höheren Spannungsniveaus.

Beim Messen an einem Anschlusspunkt besteht daher immer ein gewisser Grad an Vorbelastung. Dies heißt in der Fachsprache als Netzvorbelastung. Da Verbraucher dreiphasig oder einphasig ans Netz angeschlossen werden, ist die Belastung der Phasen verschieden. Dies führt zu unterschiedlichen Spannungswerten an jeder Phase und damit Phasenunsymmetrie.

Verschiedene Lösungen zur Oberschwingungsreduzierung sind unterschiedlich gegen Vorverzerrung und Unsymmetrie geschützt. Somit gilt es, diese abzuschätzen, wenn die am besten geeignete Lösung zur Oberschwingungsreduzierung zum Einsatz kommen soll.

n bei einem  
it begrenzter Stellfläche

Drei VLT® Low Harmonic Drives, installiert in einer Abwasser-  
pumpstation, sichern die Übereinstimmung mit EN 61000.

Sechs kostenoptimierte VLT® -Frequenzumrichter mit 12-Puls-  
Einspeisung inkl. Transformator, installiert in einer Förderanlage.



## Welche Anwendungsaspekte sind zu berücksichtigen

Der Oberschwingungsgehalt steigt mit der Höhe der von der nicht-linearen Last aufgenommenen Leistung. Daher haben sowohl Zahl installierter Frequenzumrichter als auch ihre einzelnen Leistungsgrößen und Lastprofile erheblichen Einfluss auf den Oberschwingungsgehalt.

Die Verzerrung eines Frequenzumrichters bestimmt die gesamte Oberschwingungsstromverzerrung (THDi – Total Harmonic Distortion), das Verhältnis zwischen der Summe der Oberschwingungsanteile und der Grundfrequenz.

Die Auslastung des Frequenzumrichters ist wichtig, weil die THDi bei Teillast zunimmt. So erhöht eine Überdimensionierung von Frequenzumrichtern die Oberschwingungsbelastung des Netzes.

Zusätzlich müssen Anwender umgebungstechnische und physikalische Beschränkungen berücksichtigen, da die verschiedenen Lösungen Eigenschaften besitzen, die für bestimmte Einsatzbedingungen mehr oder weniger gut geeignet sind.

So gehen z.B. Wandfläche, Kühlluft (verunreinigt), Vibrationen, Umgebungstemperatur, Höhenlage, Luftfeuchtigkeit usw. in die Betrachtung mit ein.

## Werden Normen weltweit konsequent eingehalten?

Um eine Mindestnetzqualität sicherzustellen, verlangen die Energieversorger von ihren Kunden, die gültigen Normen und Vorschriften einzuhalten.

In verschiedenen Ländern und Industrie-bereichen gelten verschiedene Vorgaben, allen ist jedoch ein grundlegendes Ziel gemeinsam: Die Begrenzung der Netzspannungsverzerrung.

Die Vorgaben hängen von den Netzbedingungen ab, daher ist es nicht möglich, die Erfüllung von Normen und Vorschriften zu garantieren, ohne die speziellen Netzstrukturen zu kennen.

Die jeweiligen Normen legen keine bestimmte Lösung zur Oberschwingungsreduzierung zwingend fest. Daher ist es wichtig, Normen, Vorschriften und Empfehlungen sowie die Oberschwingungsbelastung des Netzes zu kennen, um unnötige Kosten für Gegenmaßnahmen zu vermeiden.

## Welche Kosten gilt es bei Anwendung einer Oberschwingungenreduzierung zu berücksichtigen?

Abschließend sollten Anwender die Anschaffungs- und Betriebskosten auswerten, um sicherzustellen, dass sie die rentabelste Lösung gefunden haben.

Die Anschaffungskosten der unterschiedlichen Lösungen zur Reduzierung von Oberschwingungen sind vom Leistungsbereich abhängig. Die Lösung, die für einen Leistungsbereich am rentabelsten ist, ist nicht unbedingt über den gesamten Leistungsbereich kostenoptimiert.

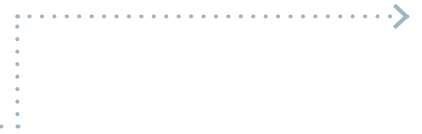
Die Betriebskosten setzen sich u. a. zusammen aus dem Wirkungsgrad der Lösungen über das gesamte Lastprofil und die Wartungskosten über ihre Lebensdauer.

Im Vergleich zu aktiven Lösungen erfordern passive Lösungen häufig keine regelmäßige Wartung. Aktive Lösungen können andererseits, den Wirkleistungsfaktor über den gesamten Leistungsbereich nahe Eins halten, wodurch sich eine bessere Energienutzung bei Teillast ergibt.

Zudem sollten Anwender auch zukünftige Entwicklungspläne für das Werk oder die Anlage mit in die Planung einbeziehen. Denn obwohl eine Lösung optimal für ein festgelegtes System ist, kann eine andere flexibler sein, wenn das System erweitert werden muss.



# Der Weg ...



## Netzbedingungen

### Netzbedingungen

Bevor Anwender Maßnahmen zur Reduzierung von Oberschwingungen in Betracht ziehen können, müssen sie die Netzimpedanz kennen.

Keine Netzversorgung ist ideal, weil Netzverzerrung und Unsymmetrie immer vorhanden sind. Daher beeinflussen sie immer die Wahl von Geräten.

## Anwendung

### Anwendung

Ein häufig gemachter Fehler ist die Überdimensionierung von Bauteilen zwischen Verbraucher und Netz. Die Folge ist eine geringere Ausnutzung der Maßnahmen zur Reduzierung von Oberschwingungen, geringerer Systemwirkungsgrad und höhere Anschaffungskosten.

## Übereinstimmung mit Vorschriften

### Übereinstimmung mit Vorschriften

Eine Gesamtspannungsverzerrung (THDv) von 5 bis 8% entspricht anerkannten Regeln der Technik und liegt innerhalb der Grenzen der Normen und Vorschriften. Sie stellt sicher, dass Oberschwingungen keine unbeabsichtigte Abschaltung oder Bauteildefekte verursachen.

## Kosten

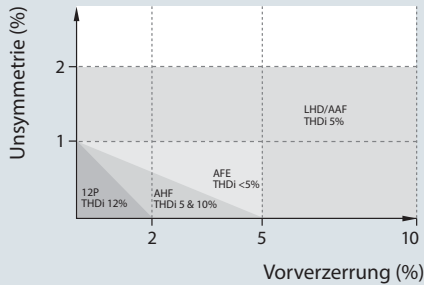
### Kosten

Die Anschaffungskosten verschiedener Geräte zur Oberschwingungsreduzierung hängen von der Leistungsgröße ab.

Der Systemwirkungsgrad bestimmt die Betriebskosten, allerdings haben auch die Wartungskosten einen Einfluss auf diese Kosten.

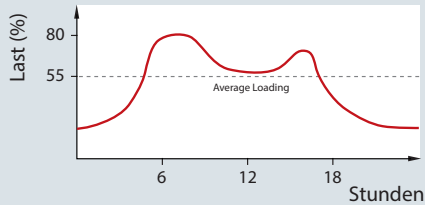
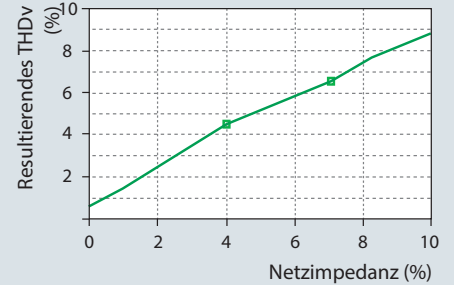


# Kosteneffektive Reduzierung



## Unsymmetrie und Vorverzerrung

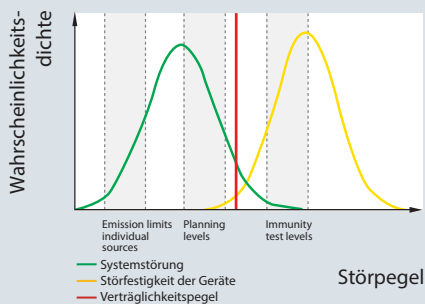
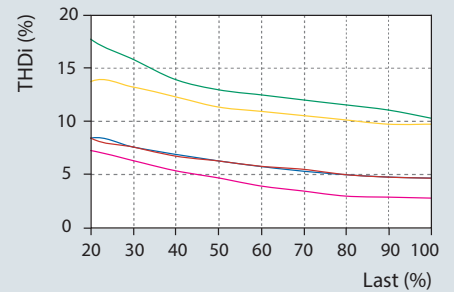
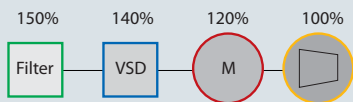
Die Wirkung verschiedener Lösungen bei der Reduzierung von Oberschwingungen hängt von der Netzqualität ab. Je höher die Unsymmetrie und Vorverzerrung, desto mehr Oberschwingungen müssen die Geräte unterdrücken. Das Diagramm zeigt, bei welchem Vorverzerrungs- und Unsymmetriegrad jede Technologie ihre garantierte THDi-Leistung beibehalten kann.



## Überdimensionierung

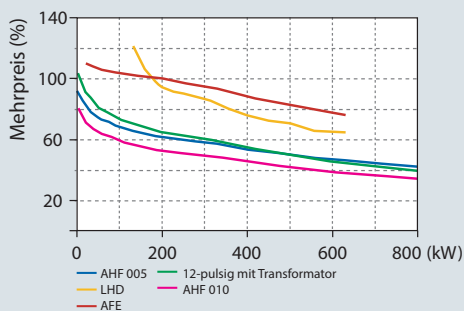
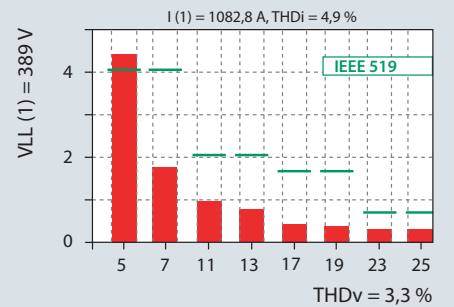
Filterdaten werden bei 100% Belastung angegeben. Filter laufen jedoch durch Überdimensionierung und Lastprofil meist in Teillastbetrieb.

Seriell geschaltete Geräte zur Reduzierung müssen immer für den maximalen Strom dimensioniert werden. Dabei ist jedoch die Dauer des Teillastbetriebs zu kennen und die unterschiedlichen Filtertypen sind entsprechend auszuwerten. Eine Überdimensionierung ergibt eine nur unzureichende Reduzierung und hohe Betriebskosten.



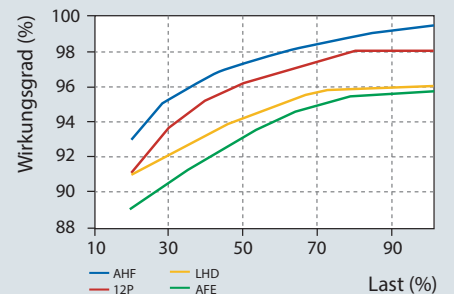
## Einhaltung von Normen

Liegt die Störfestigkeit von Geräten höher als die Systemverzerrung, ist ein störungsfreier Betrieb dadurch sichergestellt. Die meisten Normen legen Grenzwerte für die Gesamtspannungsverzerrung fest, häufig zwischen 5 und 8%. Die Störfestigkeit von Geräten ist in den meisten Fällen weitaus höher: bei Frequenzumrichtern liegt sie zwischen 15 und 20%.



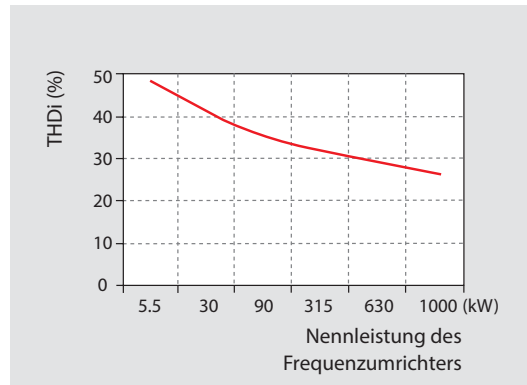
## Leistungsgröße und Anschaffungskosten

Die Kosten für die Maßnahmen variieren je nach Leistungsgröße und Lösungskonzept. Die passiven Lösungen bieten in der Regel die niedrigsten Anschaffungskosten. Mit zunehmender Komplexität der Lösungen steigt auch der Preis.



### Systemimpedanz

Bei idealen Netzbedingungen führt beispielsweise ein 400 kW FC 102 Frequenzumrichter an einem 1000 kVA Trafo mit 5% Impedanz zu ca. 5% THDv (Spannungsverzerrungsfaktor), während der gleiche Frequenzumrichter an einem 1000 kVA Trafo mit 8% Impedanz einen 50 % höheren THDv ergibt, nämlich 7,5%.

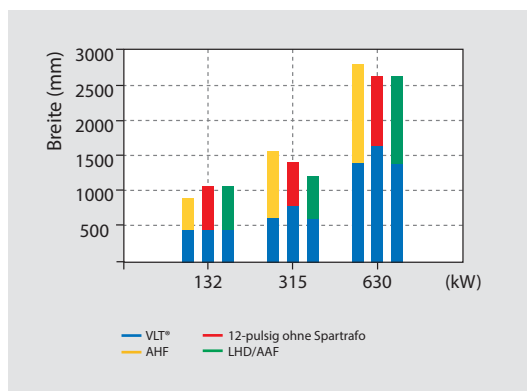


### Gesamtüberschwingungsgehalt

Jeder Frequenzumrichter erzeugt seine eigene maximale Oberschwingungsstromverzerrung (THDi), die von den Netzbedingungen abhängt. Je größer der Frequenzumrichter im Verhältnis zum Transformator, desto größer ist der THDv.

### Reduzierung von Oberschwingungen

Jede Technologie zur Reduzierung von Oberschwingungen hat ihre eigene THDi-Kennlinie, die lastabhängig ist. Diese Kennlinien gelten bei idealen Netzbedingungen ohne Vorverzerrung und mit symmetrischen Phasen. Abweichungen hiervon führen zu höheren THDi-Werten.



### Platzbedarf

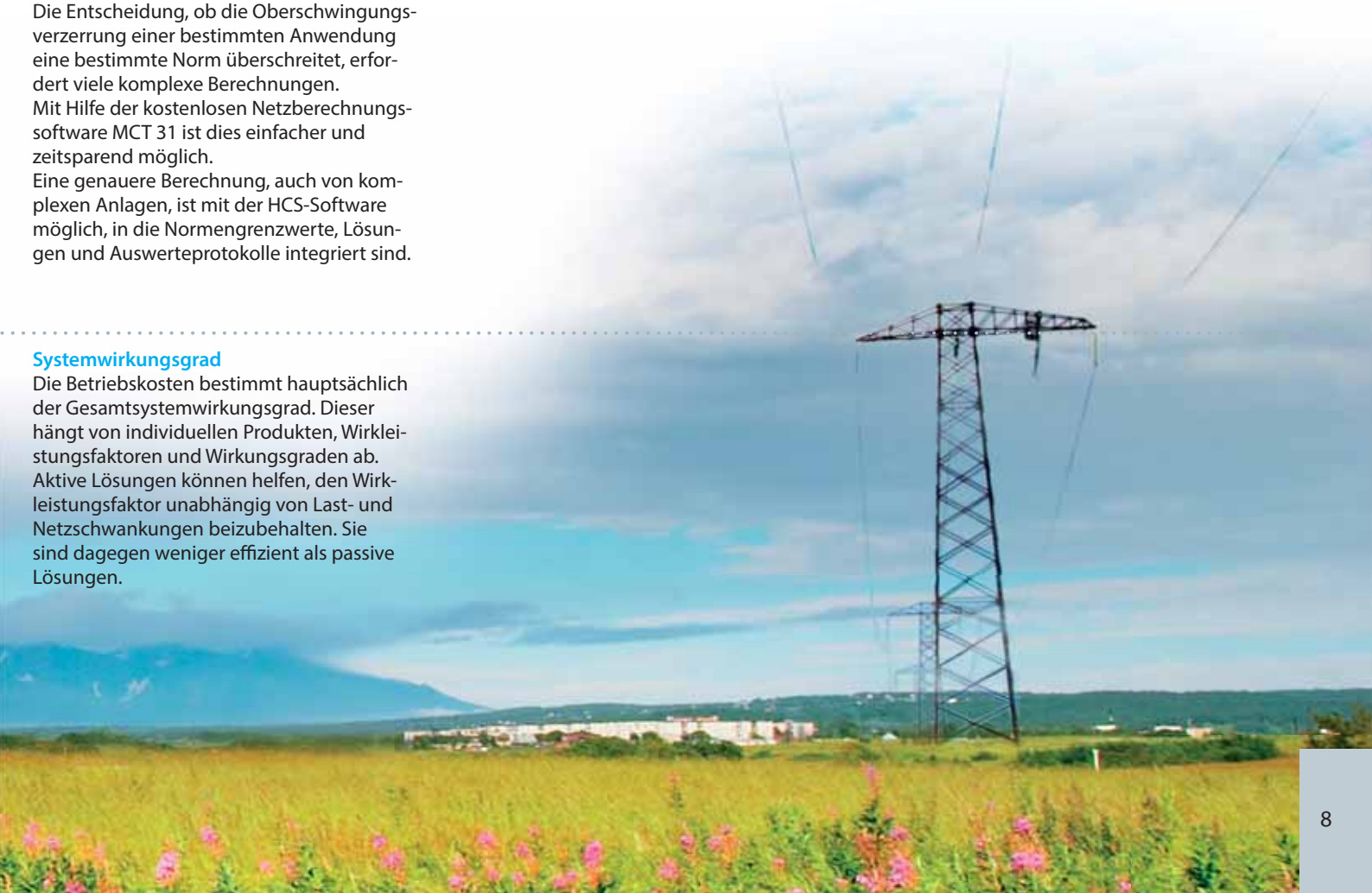
In vielen Anwendungen ist der zur Verfügung stehende Raum begrenzt und muss bestmöglich genutzt werden. Basierend auf verschiedenen Technologien haben die verschiedenen Oberschwingungslösungen jeweils ihre eigene optimale Größen- und Leistungsbeziehung.

### Normgerechte Funktion

Die Entscheidung, ob die Oberschwingungsverzerrung einer bestimmten Anwendung eine bestimmte Norm überschreitet, erfordert viele komplexe Berechnungen. Mit Hilfe der kostenlosen Netzberechnungssoftware MCT 31 ist dies einfacher und zeitsparend möglich. Eine genauere Berechnung, auch von komplexen Anlagen, ist mit der HCS-Software möglich, in die Normengrenzwerte, Lösungen und Auswerteprotokolle integriert sind.

### Systemwirkungsgrad

Die Betriebskosten bestimmt hauptsächlich der Gesamtsystemwirkungsgrad. Dieser hängt von individuellen Produkten, Wirkleistungsfaktoren und Wirkungsgraden ab. Aktive Lösungen können helfen, den Wirkleistungsfaktor unabhängig von Last- und Netzschwankungen beizubehalten. Sie sind dagegen weniger effizient als passive Lösungen.





# ... zur perfekten Lösung



## Die Anwendung

Um die vielen Aktivitäten während der Wintersaison zu garantieren, sorgen mehrere Schneekanonen dafür, dass immer neuer Schnee im Stadion in Östersund, Schweden, vorhanden ist.

Ein Rohrnetz versorgt die Schneekanonen schnell mit Wasser, das eine einzelnen große Wasserpumpe in einer mobilen Hütte in der Nähe des Leitungsnetzes fördert.

Als Teil eines Renovierungsprojekts bestellte der Kunde die Installation einer neuen 200-kW-Wasserpumpe.

Die Pumpe dient dazu, einen konstanten Wasserdurchfluss und -druck im gesamten Rohrnetz aufrecht zu halten, unabhängig davon, wie viele Schneekanonen angeschlossen sind.

Aufgrund der großen Distanz zur Stromversorgung schrieb die Kommunalbehörde eine maximale Gesamtstromverzerrung von 5% vor.

## Die Lösung

Der Anwender setzte auf einen VLT® Low Harmonic AQUA Drive wurde installiert, um den geforderten Wasserdurchfluss und -druck bereitzustellen.

Lastschwankungen von 20 bis 100% und eine bestehende Netzverzerrung von 2,4% waren wichtige Faktoren bei der Auswahl der geeigneten Lösung.

Danfoss lieferte den Frequenzumrichter mit lackierten Platinen und in IP 54-Gehäuse eingebaut, um der hohen Luftfeuchtigkeit im ungedämmten Pumpenhaus standhalten zu können.

Obwohl die Netzversorgung schwach war, erfüllte der Frequenzumrichter die THDi-Anforderung von < 5% mühelos.



## Die Anwendung

In einer Welt, in der die Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen zunehmend im Fokus steht, suchen Unternehmen verstärkt Alternativen zu fossilen Brennstoffen. Die Bioraffinierung von Getreide zerlegen Korn (wie Weizen) in Zucker und Proteine und fermentiert die Zucker dann zu Biokraftstoff. Gleichzeitig wandeln spezielle Prozesse die Eiweiße und die Reste des Getreides in hochproteinhaltige Tiernahrung um – und vermeiden damit Verschwendung hochwertiger Rohstoffe.

Zum Bau einer der größten Bioraffinerien Europas bestellte der Kunde VLT® Frequenzumrichter mit einem Leistungsumfang von insgesamt mehr als 7 MW, wobei die Leistungen der einzelnen Geräte von 2,2 bis 350 kW reichten.

Ausgestattet mit einem eigenen 3300/400-V-Transformator, musste die Bioraffinerie Oberschwingungsvorgaben vor Ort festlegen und einhalten, um die hohe Zuverlässigkeit und die längstmöglichen Wartungsintervalle sicherzustellen, die vorgegeben waren. Dazu mussten die Betreiber die Oberschwingungen am Netztransformator auf weniger als 8% des Gesamtverzerrungsfaktors (Total Demanded Distortion) TDD halten.

## Die Lösung

Insgesamt kamen 48 VLT® Frequenzumrichter zum Einsatz, um Pumpen und Kühllüfter in der gesamten Bioraffinerie zu steuern.

Basierend auf den VLT®-Leistungsgrößen und den Anforderungen an Robustheit bzw. Zuverlässigkeit wurde der Großteil der VLT® Antriebe mit Advanced Harmonic Filtern ausgelegt und ausgerüstet, die nebeneinander in IP54-Schaltschränken eingebaut sind. Die Lösung erreichte die vorgegebenen 8% TDD problemlos.

# Die Vision hinter VLT®

Danfoss ist einer der Marktführer bei Entwicklung und Herstellung von Frequenzumrichtern – und gewinnt täglich neue Kunden hinzu.

## Verantwortung für die Umwelt

### Danfoss VLT® Produkte mit Rücksicht auf Mensch und Umwelt

Alle Aktivitäten von Danfoss berücksichtigen den Mitarbeiter, die Arbeitsplätze und die Umwelt. So erzeugt die Produktion nur ein absolutes Minimum an Lärm, Emissionen und anderen Umweltbelastungen. Daneben sorgt Danfoss für eine umweltgerechte Entsorgung von Abfällen und Altprodukten.

### UN Global Compact

Danfoss hat seine soziale Verantwortung mit der Unterzeichnung des UN Global Compact festgeschrieben. Die Niederlassungen verhalten sich verantwortungsbewusst gegenüber lokalen Gegebenheiten und Gebräuchen.

### EU Richtlinien

Alle Fertigungsstätten sind gemäß ISO 14001 zertifiziert, ebenso erfüllen alle Produkte die EU Richtlinie für Generelle Produktsicherheit und die Maschinenrichtlinie. Danfoss VLT Antriebstechnik setzt für alle Produktlinien die Richtlinien RoHS und WEEE um.

### Energieeinsparungen durch VLT®

Die Energieeinsparung einer Jahresproduktion von VLT® Frequenzumrichtern spart soviel Energie ein, wie ein größeres Kraftwerk jährlich erzeugt. Daneben optimiert die bessere Prozesskontrolle die Produktqualität und reduziert den Ausschuss und den Verschleiß an den Produktionsstraßen.

## Der Antriebsspezialist

Danfoss VLT Drives ist weltweit einer der führenden Antriebstechnikhersteller. Bereits 1968 stellte Danfoss den weltweit ersten in Serie produzierten Frequenzumrichter für Drehstrommotore vor und hat sich seitdem auf die Lösung von Antriebsaufgaben spezialisiert. Heute steht VLT® für zuverlässige Technik, Innovation und Know-how für Antriebslösungen in den unterschiedlichsten Branchen.

## Innovative und intelligente Frequenzumrichter

Ausgehend von der Danfoss VLT Drives Zentrale in Graasten, Dänemark, entwickeln, fertigen, beraten, verkaufen und warten 2500 Mitarbeiter in mehr als 100 Ländern die Danfoss Antriebslösungen.

Die modularen Frequenzumrichter werden nach den jeweiligen Kundenanforderungen gefertigt und komplett montiert geliefert. So ist sichergestellt, dass Ihr VLT® stets mit der aktuellsten Technik zu Ihnen geliefert wird.

## Vertrauen Sie Experten – weltweit

Um die Qualität unserer Produkte jederzeit sicherzustellen, kontrolliert und überwacht Danfoss VLT Drives die Entwicklung jedes wichtigen Elements in den Produkten. So verfügt der Konzern über eine eigene Forschung und Softwareentwicklung sowie eine moderne Fertigung für Hardware, Leistungsteile, Platinen und Zubehör.

VLT® Frequenzumrichter arbeiten weltweit in verschiedensten Anwendungen. Dabei unterstützen die Experten von Danfoss VLT Drives unsere Kunden mit umfangreichem Spezialwissen über die jeweiligen Anwendungen. Umfassende Beratung und schneller Service sorgen für die optimale Lösung bei höchster Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit. Eine Aufgabe ist erst beendet, wenn Sie als Kunde mit der Antriebslösung zufrieden sind.



### Deutschland: Danfoss GmbH VLT® Antriebstechnik

Carl-Legien-Straße 8, D-63073 Offenbach  
Tel: +49 69 8902-0, Telefax: +49 69 8902-106  
www.danfoss.de/vlt

### Österreich: Danfoss Gesellschaft m.b.H. VLT® Antriebstechnik

Danfoss Straße 8, A-2353 Guntramsdorf  
Tel: +43 2236 5040-0, Telefax: +43 2236 5040-35  
www.danfoss.at/vlt

### Schweiz: Danfoss AG VLT® Antriebstechnik,

Parkstrasse 6, CH-4402 Frenkendorf,  
Tel: +41 61 906 11 11, Telefax: +41 61 906 11 21  
www.danfoss.ch/vlt

Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss-Mitarbeitern ableiten, es sei denn, daß diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen des Angemessenen und Zumutbaren Änderungen an ihren Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss-Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.