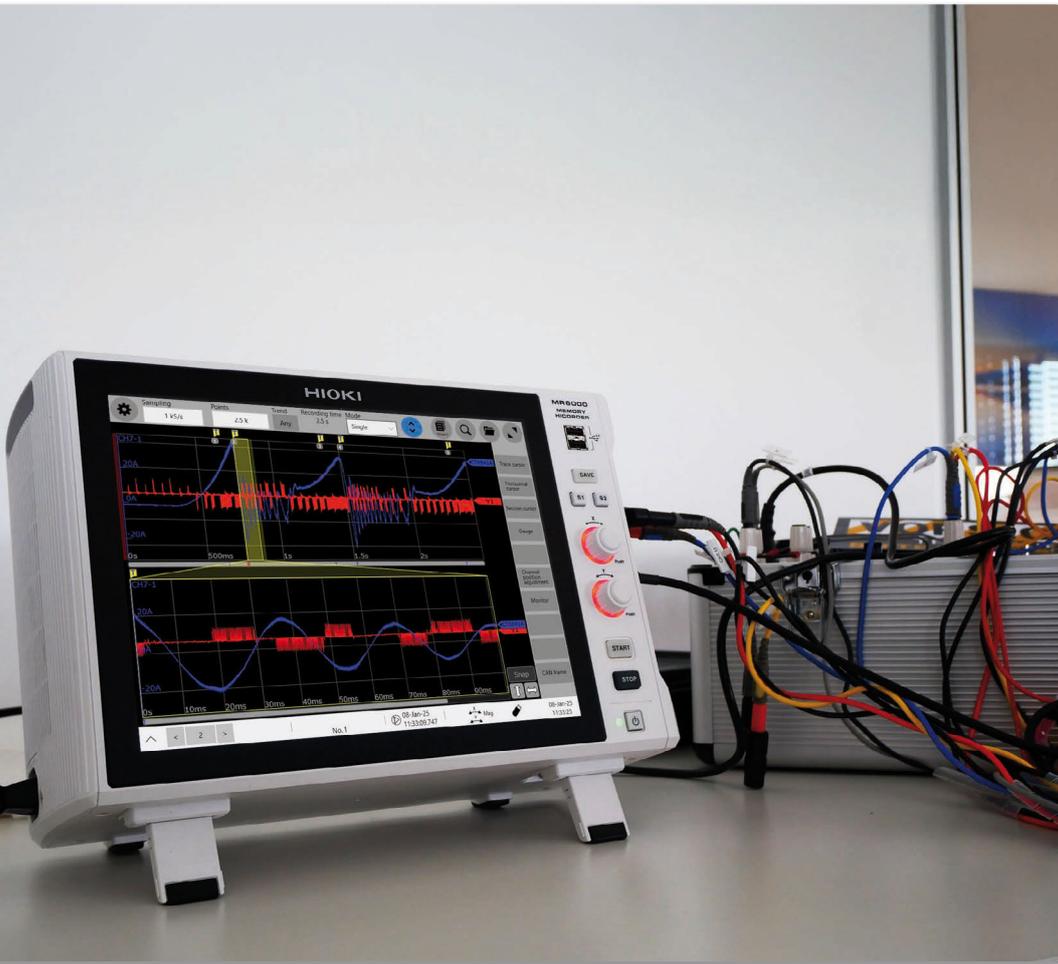


# Immer im Takt: Optimale Abtastrate für die Datenerfassung



## Das Nyquist-Theorem als elementare Orientierungshilfe

Die Abtastrate muss bekanntlich mindestens doppelt so hoch sein wie die höchste Frequenz des zu messenden Signals, um eine exakte Signalrekonstruktion zu gewährleisten. Dieser als Nyquist-Theorem bekannte Grundsatz stellt sicher, dass ein Signal ohne Detailverluste erfasst wird. Liegt die Abtastrate unterhalb dieses Schwellenwerts (in diesem Fall spricht man von *Undersampling* bzw. *Unterabtastung*), können *Aliasing-Effekte* auftreten. Bei diesem Phänomen werden hochfrequente Komponenten fälschlicherweise als niedrigere Frequenzen dargestellt, was zu verzerrten und unzuverlässigen Daten führt.

Die Wahl der Abtastrate hängt wesentlich von der jeweiligen Anwendung ab. Bei Prozessen mit hohen Geschwindigkeiten sind hohe Abtastraten unerlässlich, um schnelle Änderungen und Transienten wie plötzliche Spitzen in elektrischen Signalen zu erfassen. Bei Anwendungen, die eine Langzeitüberwachung erfordern, sind hingegen niedrigere Abtastraten ausreichend, da sie die Aufzeichnung gradueller Veränderungen über längere Zeiträume ermöglichen, beispielsweise die Messung von Temperaturänderungen über mehrere Tage oder Monate hinweg. Die Wahl der richtigen Abtastrate stellt sicher, dass Ihr Datenerfassungssystem die spezifischen Anforderungen Ihrer Anwendung erfüllt und dabei Präzision und Effizienz miteinander in Einklang bringt.

Dieser Artikel beleuchtet die grundlegenden Prinzipien der Abtastrate und beantwortet die Fragen, wann eine schnelle oder langsame Abtastung sinnvoll, welche Auswahlkriterien es gibt, und wie fortschrittliche Verfahren wie *Envelope-* oder *Dual-Sampling-Funktionen* Ingenieuren helfen können, ein effektives Gleichgewicht zwischen Detailtiefe und Ressourcennutzung zu finden. Praxisnahe Empfehlungen unterstützen die Entscheidungsfindung in einem breiten Spektrum von Messanwendungen in der Elektronikindustrie.

In der modernen Elektronikfertigung und in Prüfprozessen ist eine präzise Datenerfassung entscheidend, um die Produktqualität sicherzustellen, Fehler frühzeitig zu erkennen und die Prozesssteuerung zu optimieren. Ein wesentlicher Faktor für die Qualität der erfassten Daten ist die Abtastrate – also die

Frequenz, mit der analoge Signale digitalisiert werden. Ob es darum geht, schnelle Signaltransienten zu erfassen oder das Langzeitverhalten von Produktionsanlagen zu überwachen: Die Wahl der richtigen Abtastrate beeinflusst unmittelbar die Genauigkeit und Effizienz der Datenerfassung.

## Was versteht man unter der Abtastrate?

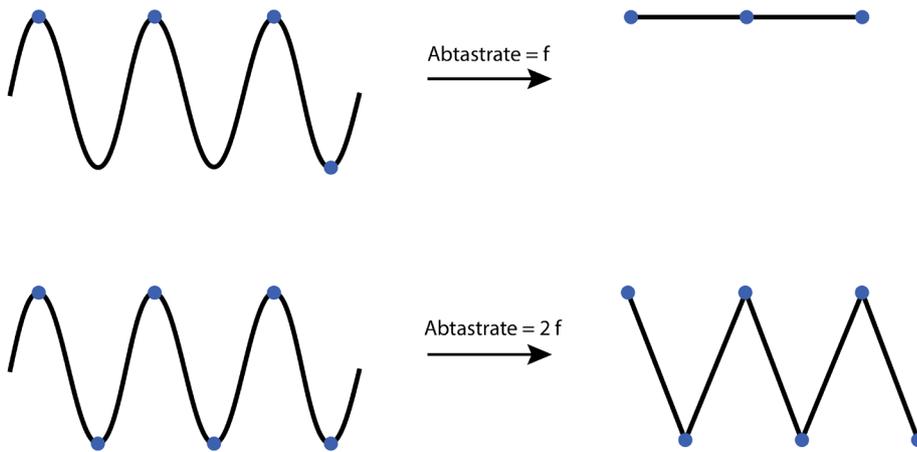
Die Abtastrate gibt an, wie oft ein analoges Signal pro Sekunde gemessen und in ein digitales Signal umgewandelt wird. Sie bestimmt die Auflösung und Genauigkeit des erfassten Signals. Eine höhere Abtastrate liefert mehr Details, erfordert jedoch auch mehr Speicherplatz und eine höhere Rechenleistung. Eine niedrigere Abtastrate hingegen spart Ressourcen, birgt jedoch auch das Risiko, dass wichtige Daten nicht erfasst werden können.

## Hohe oder niedrige Abtastrate: Abwägung der Vor- und Nachteile

Eine hohe Abtastrate hat insbesondere für Anwendungen, bei denen schnelle Signaländerungen erfasst werden müssen, deutliche Vorteile. Sie ist unverzichtbar für die Erkennung von Anomalien oder Transienten und liefert detaillierte Daten über hochfrequente Komponenten. Die Kehrseite der Medaille ist jedoch, dass dabei große Datenmengen erzeugt werden, die viel



*Autorin:*  
Velizara Lilova  
Produkt Managerin  
Data Acquisition  
HIOKI EUROPE GmbH  
www.hioki.eu



- Berücksichtigen Sie das Nyquist-Theorem zur Vermeidung von Aliasing-Effekten.
- Ziehen Sie weitere effizientere Abtastverfahren in Erwägung, wie z.B. die Envelope-Funktion oder die Dual-Sampling-Funktion.

## Fazit

Die Wahl der richtigen Abtastrate ist eine entscheidende ingenieurtechnische Aufgabe, die sich direkt auf die Datenintegrität, die Systemleistung und die betriebliche Effizienz auswirkt. Eine schnelle Abtastung ermöglicht eine detaillierte Analyse von Transienten und Anomalien, während langsamere Raten besser für die Überwachung stabiler Prozesse über längere Zeiträume geeignet sind. Funktionen wie Envelope und Dual Sampling bieten einen strategischen Kompromiss: Sie ermöglichen es Herstellern, wichtige Ereignisse zuverlässig zu erfassen, ohne Speicher- und Verarbeitungsressourcen zu überlasten.

Durch die Anwendung dieser Prinzipien in Test- und Messsystemen können Fachleute in der Elektronikbranche eine zuverlässige Überwachung sicherstellen, die Qualitätssicherung verbessern und die Systemdiagnose optimieren – und so letztlich höhere Standards in der Fertigungsleistung und Zuverlässigkeit unterstützen. ◀

## Nyquist-Theorem – ursprüngliches Signal vs. rekonstruiertes Signal

Speicherplatz und Rechenleistung erfordern. Außerdem kann eine hohe Abtastrate bei Signalen, die sich nur langsam ändern, unverhältnismäßig sein und eine ineffiziente Nutzung der Ressourcen mit sich bringen.

Eine niedrige Abtastrate wiederum ist die richtige Wahl für Anwendungen, die sich auf eine Langzeitüberwachung von Daten konzentrieren, bei der hochfrequente Details weniger wichtig sind. Sie spart Speicherplatz und Rechenleistung und ist damit die ideale Lösung für die Aufzeichnung gradueller Trends über längere Zeiträume. Der Nachteil einer niedrigen Abtastrate ist jedoch, dass schnelle Transienten und plötzliche Veränderungen unter Umständen nicht erfasst werden. In Szenarien, in denen diese Ereignisse von Bedeutung sind, kann dies zu unvollständigen oder ungenauen Analysen führen.

Bei der Auswahl der richtigen Abtastrate müssen diese Vor- und Nachteile gut gegeneinander abgewogen werden, um die Leistung des Systems mit den spezifischen Anforderungen Ihrer Anwendung in Einklang zu bringen.

## Das Beste aus zwei Welten: Envelope- und Dual-Sampling-Funktion

Die Envelope-Funktion, die in vielen modernen Speicherrekordern und Oszilloskopen verfügbar ist, bietet eine praxisgerechte Möglichkeit, Hochgeschwindigkeits-Datenerfassung mit effizienter Speichernutzung zu verbinden. In diesem Modus tastet das System mit hoher Frequenz ab, speichert

jedoch nur die Minimal- und Maximalwerte über vordefinierte Intervalle. So bleiben wichtige Informationen über schnelle Signaländerungen erhalten, während das aufgezeichnete Datenvolumen deutlich reduziert wird – was die Analyse vereinfacht und Systemressourcen schont. Geräte wie die Speicherrekorder von HIOKI setzen dieses Verfahren ein, um Signaldetails effizient zu erfassen.

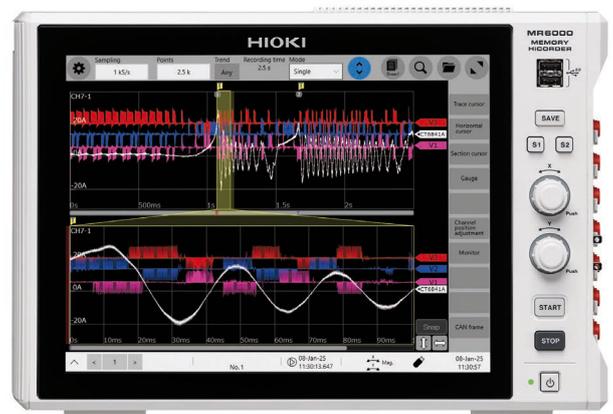
Dual Sampling, das in fortschrittlichen Datenerfassungssystemen implementiert ist, ermöglicht die gleichzeitige Aufzeichnung mit zwei unterschiedlichen Abtastraten. Während die Hochgeschwindigkeitsabtastung Transienten im Detail erfasst, überwacht die langsame Abtastung kontinuierlich langfristige Trends. Dieses Verfahren bietet Ingenieuren große Flexibilität: Abtastraten und Triggerbedingungen können frei konfiguriert werden, sodass der Erfassungsprozess gezielt an die jeweiligen Messaufgaben angepasst werden kann. Die Hochgeschwindigkeitsabtastung wird selektiv durch benutzerdefinierte Trigger aktiviert – so werden nur die relevantesten Phasen schneller Signaländerungen aufgezeichnet, während Hintergrundprozesse mit niedriger Abtastrate ununterbrochen erfasst werden. Dies ermöglicht eine effiziente Speichernutzung und eine fokussierte Analyse, ohne den Gesamtzusammenhang der Messung aus den Augen zu verlieren. Die Dual-Sampling-Funktion ist im HIOKI MR6000 Speicherrekorder integriert und bietet eine vielseitige Lösung für Anwendungen, die

sowohl eine detaillierte Ereignisanalyse als auch eine Langzeitüberwachung erfordern.

Mit der Envelope- und Dual-Sampling-Funktion bietet HIOKI zwei hochmoderne Tools, mit denen Datenerfassungssysteme sowohl effizient als auch lückenlos arbeiten und sich spezifisch an die Anforderungen der jeweiligen Qualitäts-Prüfprozesse anpassen lassen.

## Die wichtigsten Erkenntnisse zur Auswahl der richtigen Abtastrate

- Verwenden Sie eine hohe Abtastrate zur Erkennung von Transienten.
- Verwenden Sie eine niedrige Abtastrate zur ressourcenschonenden Langzeitüberwachung von Daten.



MR6000 mit Dual-Sampling-Funktion