

OsziWissen

Erfassungskette, Sampling und Aliasing

Bedienerhandbuch

Erfassung, Sampling, Aliasing und Rekonstruktion — Simulator für Lehre und Selbststudium

Stand: November 2026

Copyright 2026 by OsziWissen

Inhalt

1 Zwei Simulatoren auf einer Seite 3

Teil 1 — Erfassungskette 4

2 Wozu dieser Simulator 4

3 Aufbau der Oberfläche 4

4 Die Bedienelemente 5

5 Der Ablauf in sechs Abschnitten 7

6 Was das Modell leistet und was nicht 7

Teil 2 — Sampling und Aliasing 8

7 Wozu dieser Simulator 8

8 Aufbau der Oberfläche 8

9 Die Bedienelemente 9

10 Das Bild im Zeitbereich 10

11 Der Frequenzbereich 12

12 Messwerte und Statuszeile 13

13 Was das Modell leistet und was nicht 13

Copyright 2026 by OsziWissen

1 Zwei Simulatoren auf einer Seite

Die Seite vereint zwei Simulatoren, die aufeinander aufbauen. Der erste Reiter, **Erfassungskette**, zeigt, wie ein Oszilloskop die Werte seines Wandlers aufnimmt, im Ringpuffer hält und als Datensatz an den Arbeitsspeicher übergibt. Der zweite Reiter, **Sampling und Aliasing**, greift den ersten Schritt dieser Kette heraus, das Sampling selbst, und zeigt, was dabei mit dem Signal geschieht und wie Aliasing entsteht. Teil 1 und Teil 2 dieses Handbuchs folgen derselben Reihenfolge.

Gewechselt wird über die Reiter am oberen Rand, mit der Tastatur auch über die Pfeiltasten. Der gewählte Reiter steht in der Adresse der Seite (#erfassung beziehungsweise #sampling); so lässt sich jeder Simulator direkt verlinken. Ein verdeckter Reiter ruht: Der Ablauf der Erfassungskette hält an und läuft beim Zurückwechseln an derselben Stelle weiter.

Darstellung

Das Feld ist für Bildschirm- und Videoaufnahmen gedacht und gilt für beide Reiter gemeinsam. Ein Regler dunkelt den weißen Hintergrund ab, der andere verstärkt die Linien: im Reiter Sampling und Aliasing die Rasterlinien, in der Erfassungskette Kurven, Rasterlinien und Marken. Kurvenfarben und Beschriftungen dunkeln mit ab, damit der Kontrast erhalten bleibt. Der Browser merkt sich die Einstellung; „Zurücksetzen“ stellt den Ausgangszustand wieder her.

Copyright 2026 by OsziWissen

Teil 1 — Erfassungskette

2 Wozu dieser Simulator

Dieser Simulator behandelt den Weg, den die Samples im Gerät nehmen, bis sie als Kurve auf dem Schirm stehen. Was beim Sampling selbst mit dem Signal geschieht, behandelt Teil 2; er baut auf dem hier Gezeigten auf.

Der Simulator beantwortet drei Fragen, die sich beim Messen aufdrängen. Woher kennt das Oszilloskop den Signalverlauf vor dem Triggerereignis? Warum hängt die Sample Rate an der Speichertiefe und an der Zeitbasis? Und warum ist das Gerät zwischen zwei Erfassungen blind?

Nachgebildet ist die Kette vom Wandler bis zum Arbeitsspeicher, also Dezimierung, Ringpuffer, Triggerprüfung, Post-Trigger-Zähler und das Auslesen. Nicht nachgebildet sind Segmentspeicher, Holdoff und das Wiederscharfschalten.

3 Aufbau der Oberfläche

Links liegen vier Felder übereinander. Oben steht das Signal am Eingang mit dem Triggerpegel, darunter der Regler Ausschnitt und die Blockkette; das jeweils tätige Glied der Kette ist grün hervorgehoben, der Trigger rot. Es folgen das Acquisition Memory als Ringpuffer, der Datensatz im Arbeitsspeicher und der Ablauf in sechs Abschnitten. Im Ablauf ist der gerade erreichte Abschnitt hervorgehoben, die erledigten tragen einen Haken; darunter steht ein Ausklapper mit Erläuterungen.

Copyright 2026 by OsziWissen

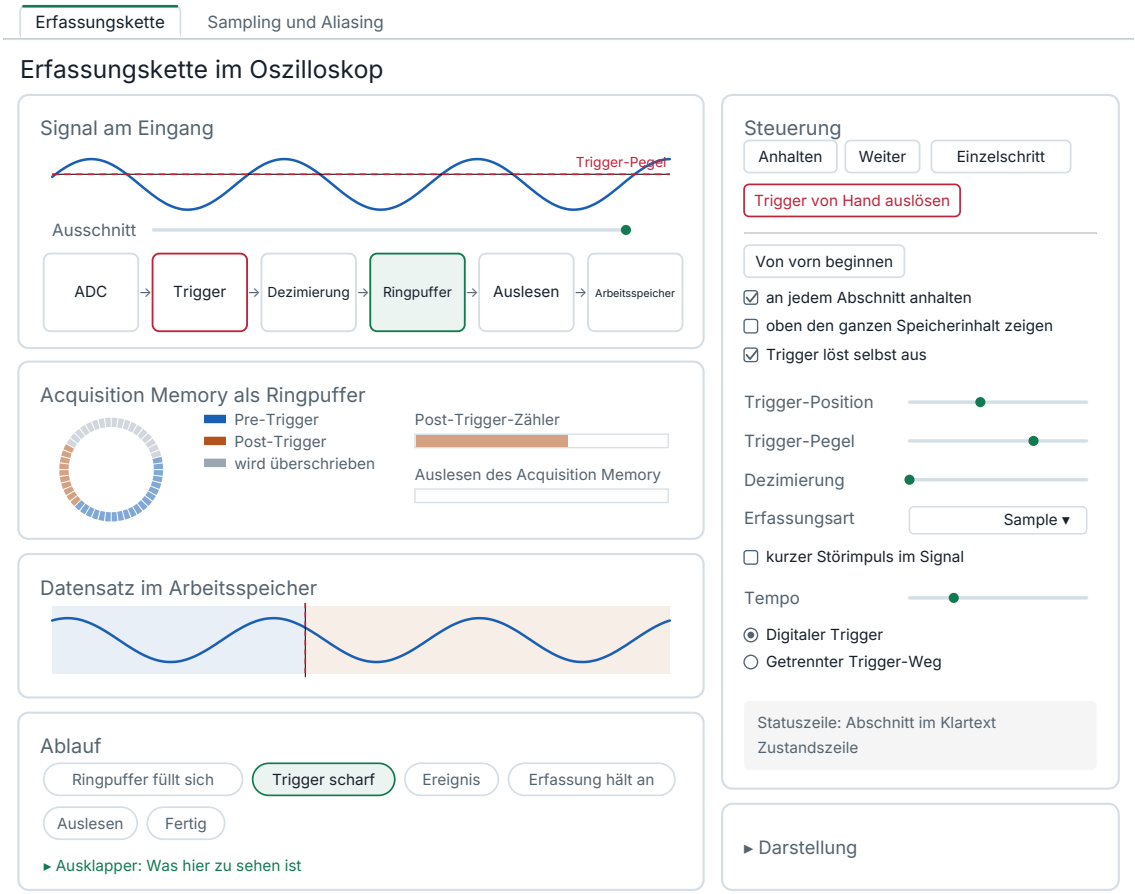


Bild 1 – Aufbau der Oberfläche der Erfassungskette: links die vier Felder vom Signal am Eingang bis zum Ablauf, rechts die Steuerung und das Feld Darstellung.

Rechts steht die Steuerung. Unter ihr stehen die Statuszeile, die den Abschnitt im Klartext beschreibt, und eine Zustandszeile mit Betriebszustand, Abschnitt, Zahl der bisher gewandelten Werte, gespeicherten Werten je Signalperiode und der Fassung des Simulators. Ganz unten sitzt das zugeklappte Feld Darstellung. Wird das Fenster schmaler als etwa 1000 Bildpunkte, rutscht die rechte Spalte unter die Felder.

---

4 Die Bedienelemente

Ablauf steuern

Die drei Knöpfe haben je eine feste Bedeutung, damit ein Klick nie das Gegenteil bewirkt. **Anhalten** hält an, **Weiter** setzt fort, **Einzelschritt** rückt im angehaltenen Zustand einen einzigen Wert des Wandlers weiter; nach dem Einfrieren schaltet er zum Auslesen und rückt dieses in Zehnteln vor. Der jeweils sinnlose Knopf ist ausgegraut. **Von vorn beginnen** steht abgesetzt darunter und leert den Ringpuffer.

Ist **an jedem Abschnitt anhalten** eingeschaltet, hält der Ablauf an jedem Übergang von selbst an und wartet auf „Weiter“; nur zwischen dem Einfrieren und dem Auslesen nicht, weil dort nichts zu sehen ist. Das ist die empfohlene Einstellung zum Erklären; ausgeschaltet läuft die Kette in einem Zug durch.

Trigger

Copyright 2026 by OsziWissen

Trigger löst selbst aus lässt den Trigger bei jeder steigenden Flanke durch den Pegel ansprechen. Ausgeschaltet wartet er auf den Knopf **Trigger von Hand auslösen**, der aktiv wird, sobald der Trigger scharf ist.

Der **Trigger-Pegel** ist die Schwelle im Signalbild. Die **Trigger-Position** teilt den Datensatz: Bei 40 % bestehen 40 % aus Vorgeschichte und 60 % aus Nachlauf. Bei 100 % steht das Ereignis am rechten Rand, bei 0 % am linken. Wird die Trigger-Position nach dem Einfrieren verändert, gilt sie erst für die nächste Erfassung, und der Ablauf beginnt von vorn.

Erfassungspfad

Die **Dezimierung** legt fest, wie viele Werte des Wandlers zu einem gespeicherten Wert zusammengefasst werden, von 1:1 bis 1:20 in den Stufen 1, 2, 5, 10 und 20. Die **Erfassungsart** bestimmt, wie das geschieht: „Sample“ behält den letzten Wert des Intervalls, „Peak Detect“ Minimum und Maximum, „HiRes“ den Mittelwert.

Kurzer Störimpuls im Signal fügt alle 137 Samples einen einzelnen herausragenden Wert ein. Damit lässt sich zeigen, was die Dezimierung verwirft und was der Trigger trotzdem sieht.

Bauweise des Triggers

Der Wahlschalter stellt zwischen digitalem Trigger und getrenntem Trigger-Weg um. Beim digitalen Trigger entscheidet die Kette anhand derselben Samples, die gespeichert werden; der Triggerpunkt liegt deshalb genau auf einem gespeicherten Wert. Beim getrennten Weg liegt ein analoger Komparator vor dem Wandler, und der Triggerpunkt fällt zwischen zwei Samples. Der Datensatz zeigt dann den Versatz, und er fällt bei jeder Erfassung anders aus — das ist Trigger-Jitter.

Eine Änderung von Dezimierung, Erfassungsart, Störimpuls oder Bauweise des Triggers beginnt die Erfassung von vorn.

Tempo

Der Regler steuert, wie viele Werte je Sekunde durchlaufen. Für das Verfolgen der Dezimierung empfiehlt sich der linke Anschlag oder der Einzelschritt.

Signalbild und Ausschnitt

Solange geschrieben wird, zeigt das obere Bild einen laufenden Ausschnitt von 150 Werten des Wandlers; darin bleiben die einzelnen Werte und die Dezimierung gut erkennbar. Steht die Erfassung, lässt sich der Ausschnitt mit dem Regler **Ausschnitt** zurückschieben, so weit die Werte des Wandlers noch vorliegen. Liegen nicht mehr Werte vor, als das Bild ohnehin zeigt, ist der Regler gesperrt und meldet „alles im Bild“; in der Grundeinstellung mit Dezimierung 1:1 ist das bis zum Ende einer Erfassung der Fall. Ab einer Dezimierung von 1:2 reicht der Vorrat zum Zurückschieben.

Mit **oben den ganzen Speicherinhalt zeigen** stellt das Bild stattdessen den gesamten Ringinhalt dar, sobald der Ablauf steht — außer im Abschnitt „Erfassung hält an“, wo die eben erfassten Werte noch einzeln zu sehen bleiben —, und ab dem Auslesen genau den

Copyright 2026 by OsziWissen

Zeitraum des Datensatzes. Dann liegen beide Bilder zeitgleich übereinander, mit derselben Unterteilung in Pre- und Post-Trigger, und die gespeicherten Werte lassen sich dem Signalverlauf zuordnen.

Im Signalbild stehen offene Ringe für die Werte des Wandlers und grüne Scheiben für die gespeicherten Werte. Bei Peak Detect stehen je Intervall zwei Scheiben, Minimum und Maximum, und der Datensatz erscheint als Hüllkurve statt als Linienzug. Bei HiRes zeigt ein grauer Strich die Spanne, die zu einem Mittelwert zusammengefasst wurde.

---

5 Der Ablauf in sechs Abschnitten

1. **Ringpuffer füllt sich.** Nach dem Start ist der Ring leer. Solange die Vorgeschichte noch nicht vollständig ist, kann nicht getriggert werden.
2. **Trigger scharf.** Der Ring läuft um, jeder neue Wert überschreibt den ältesten. Die Vorgeschichte steht damit ständig bereit. Der Trigger prüft jeden Wert des Wandlers.
3. **Ereignis.** Der Triggerpunkt wird im Ring markiert, der Post-Trigger-Zähler beginnt zu laufen. Die Vorgeschichte wird dabei nicht angefasst, sie liegt längst im Speicher.
4. **Erfassung hält an.** Ist der Zähler abgelaufen, wird der Bereich gegen Überschreiben gesperrt. Im Ring sind nun die Vorgeschichte blau und der Nachlauf orange eingefärbt.
5. **Auslesen.** Der eingefrorene Bereich wandert in den Arbeitsspeicher. Währenddessen nimmt das Gerät nichts auf; das ist die Totzeit.
6. **Fertig.** Der Datensatz steht für Anzeige, Messungen und Export bereit. Hier endet die Nachbildung.

---

6 Was das Modell leistet und was nicht

Nachgebildet sind das ständige Schreiben in den Ringpuffer, die Dezimierung mit drei Erfassungsarten, die Triggerprüfung auf der vollen Rate des Wandlers, der Post-Trigger-Zähler und das Auslesen.

Nicht nachgebildet sind Segmentspeicher und History, Holdoff und Wiederscharfschalten, die Auflösung des Wandlers, das Rauschen sowie alle Zeiten in Sekunden — der Ablauf zählt in Werten des Wandlers, nicht in Mikrosekunden. Ebenso fehlt Average: Dort werden mehrere vollständige Erfassungen miteinander gemittelt, was ein wiederkehrendes Signal und eine stabile Triggerung voraussetzt; der Vorgang liegt hinter dem Arbeitsspeicher.

Der Ringpuffer hat 96 Zellen, damit man die einzelne Zelle noch sieht. Reale Geräte haben Millionen davon; am Verhalten ändert das nichts, nur an der Zeitspanne, die der Speicher fasst.

Copyright 2026 by OsziWissen

Teil 2 — Sampling und Aliasing

7 Wozu dieser Simulator

Teil 1 hat gezeigt, welchen Weg die Samples durch das Gerät nehmen. Dieser Simulator greift den ersten Schritt der Kette heraus, das Sampling selbst.

Ein Digitaloszilloskop zeigt nie das Signal, das an seinem Eingang liegt. Es zeigt eine Folge von Zahlen, die es in gleichen Zeitabständen aus diesem Signal entnommen hat, und eine Kurve, die es aus diesen Zahlen wieder zusammensetzt. Zwischen der Vorlage und dem Bild auf dem Schirm liegen also zwei Schritte, bei denen etwas verloren gehen kann.

Der Simulator zeigt beides nebeneinander: die Vorlage, die ein reales Gerät nicht kennt, und das, was nach dem Sampling davon übrig ist. Genau aus diesem Vergleich wird das Sampling-Theorem anschaulich, das sonst eine bloße Merkregel bleibt.



Bild 2 – Aufbau der Bedienoberfläche: links die beiden Darstellungen, rechts alle Einstellungen und die Messwerte.

Behandelt wird das Sampling selbst und seine unmittelbaren Folgen: Aliasing, der Grenzfall an der Nyquistfrequenz und der Unterschied zwischen einer idealen und einer aus endlich vielen Werten gebildeten Rekonstruktion. Der Vertikalzweig — Auflösung des Wandlers, Rauschen, Eingangsbandbreite — gehört nicht dazu.

8 Aufbau der Oberfläche

Die Oberfläche ist zweigeteilt. Links stehen die beiden Darstellungen untereinander, rechts alle Einstellungen und die Messwerte. Beide Bilder passen zusammen auf einen Bildschirm; ihre Höhe richtet sich nach der Fensterhöhe. Wird das Fenster schmaler als etwa 1000

Copyright 2026 by OsziWissen

Bildpunkte, rutscht die rechte Spalte unter die Bilder.

Oben links liegt der Zeitbereich, darunter der Frequenzbereich. Unter dem Frequenzbild liegt die Zoomzeile. Unter beiden Bildern steht ein Ausklapper mit der jeweiligen Erläuterung; er ist eingeklappt, damit die Bilder Platz behalten. Ein Klick auf die Überschrift Frequenzbereich klappt dieses Bild ein; der Zeitbereich nutzt dann den frei werdenden Platz.

Die rechte Spalte enthält von oben nach unten: die Signalform, vier Schieberegler, die Auswahl der eingeblendeten Kurven, fünf Vorwahlknöpfe und darunter die Messwerte mit einer Statuszeile, die den aktuellen Betriebsfall im Klartext benennt. Ganz unten sitzt das zugeklappte Feld „Darstellung“.

---

9 Die Bedienelemente

Signalform

Zur Wahl stehen Sinus, Rechteck, Dreieck und ein Zweiton aus den Frequenzen f und 2,4 f. Rechteck und Dreieck werden aus jeweils sechzehn Teilschwingungen aufgebaut und sind damit bandbegrenzt. Das ist kein Schönheitsfehler, sondern Voraussetzung: Ein ideales Rechteck hat unendlich viele Oberwellen, deren Aliasfrequenzen sich nicht vollständig angeben ließen.

Signalfrequenz

Einstellbar von 100 Hz bis 1 MHz, logarithmisch geteilt. Gemeint ist immer die Grundfrequenz; beim Rechteck liegt die höchste Teilschwingung beim Einunddreißigfachen davon, beim Zweiton beim 2,4-fachen. Neben dem Regler steht ein Eingabefeld für genaue Werte; ohne Einheit gilt kHz, mit Einheit sind auch Angaben wie 20 Hz oder 0,8 MHz möglich. Komma und Punkt werden gleichermaßen angenommen.

Sample Rate

Einstellbar von 10 kSa/s bis 1 MSa/s, ebenfalls logarithmisch, mit einem Eingabefeld wie bei der Signalfrequenz; ohne Einheit gilt kSa/s. Aus der Sample Rate ergibt sich die Nyquistfrequenz $f_s/2$, die im Frequenzbild als Grenze des Beobachtungsfensters erscheint.

Zeitbasis

Von 100 ns/Div bis 500 ms/Div in der Folge 1-2-5, wie am Gerät. Das dargestellte Zeitfenster umfasst zehn Divisionen. Die Zeitbasis wirkt ausschließlich auf den Ausschnitt; das Eingangssignal bleibt stehen, wenn die Sample Rate verändert wird.

Sample-Phase

Verschiebt das gesamte Sample-Raster gegenüber dem Signal. 360 Grad entsprechen einem vollen Sample-Intervall $T_s = 1/f_s$; danach wiederholt sich die Lage der Samples. Dieser Regler ist bei Frequenzen nahe $f_s/2$ der wichtigste von allen. Eine Zeile unter dem

Copyright 2026 by OsziWissen

Regler nennt, bei welcher Phase des Eingangssignals beziehungsweise seiner Grundschwingung das erste Sample liegt.

Kurven

Fünf Häkchen schalten die Darstellungen einzeln zu. Ihre Bedeutung steht in Kapitel 10.

Vorwahlknöpfe

Knopf	Wirkung
Zeitbasis passend	wählt die Zeitbasis so, dass etwa vier Perioden im Fenster stehen
20 Samples/Periode	setzt die Sample Rate auf das Zwanzigfache der Signalfrequenz
Knapp über Nyquist	setzt die Sample Rate auf das 2,1-fache der Signalfrequenz
Genau bei Nyquist	setzt die Sample Rate auf das Doppelte — der Grenzfall
Alias nahe null	setzt die Sample Rate dicht unter die Signalfrequenz

Darstellung

Das Feld gilt für beide Reiter; es ist in Kapitel 1 beschrieben.

---

10 Das Bild im Zeitbereich

Das Raster entspricht mit zehn mal acht Divisionen dem eines Oszilloskops. Die Fußzeile nennt die Zeitbasis, die Länge des Fensters und die Zahl der darin liegenden Samples.

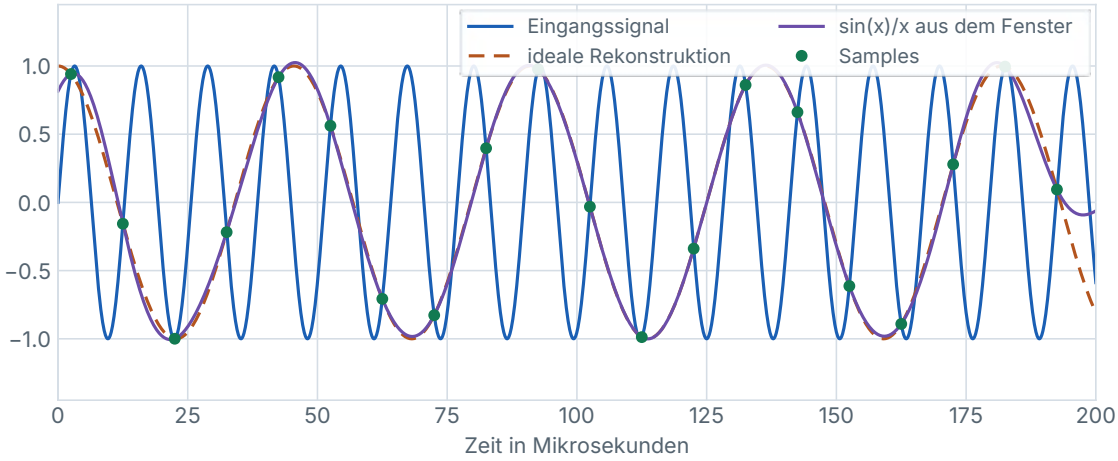


Bild 3 – Die vier Kurven am Beispiel eines Sinus oberhalb der Nyquistfrequenz. Die Samples passen zur blauen wie zur orangen Kurve gleich gut.

Eingangssignal, blau. Die Vorlage. Sie hängt allein von Signalform und Signalfrequenz ab. Ein reales Oszilloskop bekommt diese Kurve nie zu sehen — sie steht hier nur als Vergleichsmaßstab.

Copyright 2026 by OsziWissen

Samples, grün. Die Zahlenfolge, die tatsächlich entsteht. Mehr Information liegt im Gerät nicht vor. Bis zweihundert Werte im Fenster wird zusätzlich das Sample-Raster als feine senkrechte Linie eingezeichnet, bis dreitausend Werte werden die Samples einzeln dargestellt.

Samples verbinden, grün. Die einfachste Rekonstruktion: gerade Strecken zwischen benachbarten Werten. Viele Geräte zeigen das als Voreinstellung.

Ideale Rekonstruktion, orange gestrichelt. Die Kurve, die ebenso gut zu denselben Samples passt. Sie entsteht rechnerisch: Für jede Teilschwingung des Eingangssignals wird bestimmt, bei welcher Frequenz sie im Basisband erscheint, und die so verschobenen Teilschwingungen werden addiert:

$$f_{\mathrm{Alias}} = |f - k f_s|, \qquad k = \mathrm{round}(f/f_s)$$

Dabei ist f die Frequenz der Teilschwingung, f_s die Sample Rate und k die nächstgelegene ganze Zahl zu f/f_s. Für Frequenzen unterhalb der Nyquistfrequenz liegt die ideale Rekonstruktion auf dem Eingangssignal — dann ist nichts verloren gegangen. Das Ergebnis entspricht dem, was ein idealer Tiefpass aus einem unendlich langen Datensatz rekonstruieren würde. Das kann nur der Simulator, weil er das Eingangssignal kennt; wie reale Geräte vorgehen, steht im Hintergrundbeitrag.

sin(x)/x, violett. Dieselbe Rekonstruktion, aber ausschließlich aus den Samples dieses Zeitfensters gebildet:

$$x_{\mathrm{rek}}(t) = \sum_n x[n] \, \frac{\sin\left(\pi f_s \, (t - t_n)\right)}{\pi f_s \, (t - t_n)}$$

Dabei ist $x[n]$ das n-te Sample, t_n sein Zeitpunkt und f_s die Sample Rate. Die Summe läuft nur über die tatsächlich vorhandenen Werte. Genau deshalb weicht diese Kurve am Rand des Fensters von der idealen Rekonstruktion ab, und genau deshalb ist sie die ehrlichere von beiden: Ein Gerät hat immer nur endlich viel Speicher.

Beide Kurven treffen jedes Sample exakt. Sie unterscheiden sich nur in der Länge des zugrunde liegenden Datensatzes. Abseits der Ränder laufen sie mit wachsendem Fenster zusammen; am Rand bleibt der Unterschied bestehen, weil dort die Samples jenseits des Fensters fehlen. Die Tabelle nennt den größten Unterschied in der mittleren Hälfte des Fensters und im ganzen Fenster, bezogen auf die Amplitude, für die Grundeinstellung des Simulators: Sinus 12 kHz, 100 kSa/s, Sample-Phase 0°.

Zeitbasis	Fenster	Samples	mittlere Hälfte	ganzes Fenster
50 µs/Div	0,5 ms	51	6,7 e-3	7,4 e-2
100 µs/Div	1,0 ms	101	3,3 e-3	7,3 e-2
200 µs/Div	2,0 ms	201	1,7 e-3	7,3 e-2
500 µs/Div	5,0 ms	501	1,2 e-3	7,3 e-2
1 ms/Div	10,0 ms	1001	5,0 e-4	7,3 e-2

Copyright 2026 by OsziWissen

Oberhalb von viertausend Samples wird die sin(x)/x-Kurve nicht mehr berechnet; die Fußzeile weist darauf hin.

---

11 Der Frequenzbereich

Sampling heißt, das Signal im Zeitbereich mit einer Impulsfolge zu multiplizieren. Im Frequenzbereich wird daraus eine Faltung mit einem Linienkamm im Abstand f_s: Das Spektrum wiederholt sich bei jedem Vielfachen der Sample Rate, jeweils auch spiegelbildlich, weil zu jeder reellen Schwingung eine Linie bei $+f$ und eine bei $-f$ gehört. Die Herleitung steht im Hintergrundbeitrag.

Warum das Spektrum gespiegelt ist

Eine Schwingung lässt sich als rotierender Zeiger denken, ähnlich dem Zeiger einer Uhr. Er dreht sich f mal je Sekunde, und sein Auf und Ab ergibt die Sinuskurve. Drehen kann er sich dabei in zwei Richtungen — auf das Auf und Ab hat das keinen Einfluss, beide Richtungen ergeben dieselbe Kurve. Diese Drehrichtung ist das Vorzeichen der Frequenz.

Nimmt man beide Zeiger mit halber Länge, einen vorwärts und einen rückwärts laufend, so heben sich ihre seitlichen Bewegungen in jedem Augenblick auf. Übrig bleibt reines Auf und Ab, und genau das ist eine reelle Spannung, wie sie am Eingang anliegt. Eine messbare Spannung entsteht also stets als solches Paar. Deshalb gehört zu jeder Linie bei $+f$ zwingend eine gleich hohe bei $-f$.

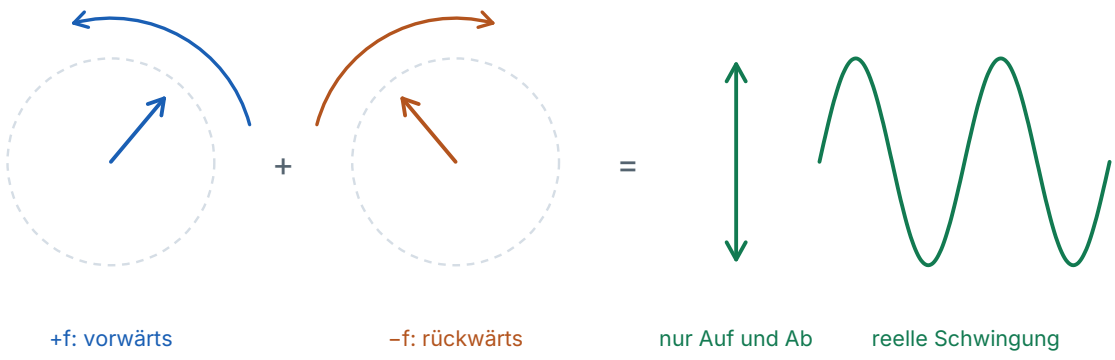


Bild 4 – Zwei gegenläufige Zeiger halber Länge ergeben zusammen eine reelle Schwingung: seitwärts heben sie sich auf, senkrecht addieren sie sich.

Den Alltagsvergleich liefert das Wagenrad im Film, das rückwärts zu laufen scheint: Dem Bild allein sieht man die Drehrichtung nicht an. Erst zwei um 90 Grad versetzte Signale, in der Funktechnik I und Q, machen sie unterscheidbar; dann ist das Spektrum nicht mehr gespiegelt.

Die negative Hälfte ist keine Förmlichkeit. Beim Sampling wandert sie mit: Die Aliaslinie bei $f_s - f$ ist die Kopie der negativen Linie bei $-f$, verschoben um f_s. Ohne sie ließe sich nicht erklären, warum ein zu schnelles Signal als tieferes erscheint.

Copyright 2026 by OsziWissen

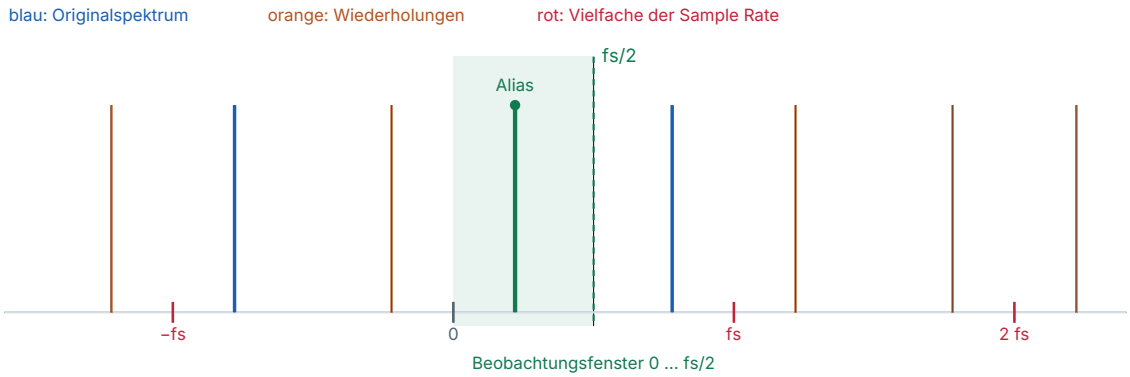


Bild 5 – Originalspektrum blau, Wiederholungen orange, Marken bei Vielfachen der Sample Rate rot, Beobachtungsfenster grün. Aliasing ist der Fall, dass eine Wiederholung in das Fenster gerät.

Blau gezeichnet ist das Originalspektrum, orange die Wiederholungen, rot die Marken bei den Vielfachen der Sample Rate, grün hinterlegt das Beobachtungsfenster von null bis $f_s/2$. Jede Linie, die in dieses Fenster fällt, wird grün hervorgehoben und beschriftet. Verändert man die Sample Rate, wandern die orangen Kopien — und Aliasing ist sichtbar der Augenblick, in dem eine von ihnen ins Fenster gerät. Landen dabei zwei Linien an derselben Stelle, überlagern sie sich und sind danach nicht mehr zu trennen — das ist der eigentliche Informationsverlust.

Bei Rechteck und Dreieck reicht das Spektrum weit über die Sample Rate hinaus. In der Gesamtansicht drängen sich die Linien dann zusammen, und das Beobachtungsfenster ist nur ein schmaler Streifen. Dafür gibt es unter dem Bild die Zoomzeile. **Zoom** vergrößert bis zum Vierzigfachen um die Bildmitte, **Lage** verschiebt den Ausschnitt; im Zoom erscheint eine Frequenzskala. Der Knopf „0 … fs/2“ stellt genau das Beobachtungsfenster ein und hält es fest, auch wenn die Sample Rate verändert wird — so lässt sich verfolgen, wie die Harmonischen im Basisband wandern. „Gesamt“ kehrt zur vollen Ansicht zurück.

---

12 Messwerte und Statuszeile

Vier Werte stehen unter der Steuerung. Die **Nyquistfrequenz** ist die halbe Sample Rate. Die **Samples je Periode** sind das Verhältnis f_s/f und damit das gebräuchlichste Maß für die Güte des Samplings. Die **angezeigte Grundfrequenz** ist die Frequenz, bei der die Grundschwingung im Basisband erscheint; stimmt sie mit der Signalfrequenz überein, liegt kein Aliasing der Grundwelle vor. Die **Samples im Fenster** ergeben sich aus Sample Rate und Zeitfenster.

Die Statuszeile darunter benennt den Betriebsfall und wechselt die Farbe: grün, wenn auch die höchste Teilschwingung unterhalb der Nyquistfrequenz liegt, sonst orange. Sie unterscheidet drei Fehlerfälle — Aliasing der Grundwelle, Aliasing nur der Oberwellen, und den Grenzfall dicht an der Nyquistfrequenz.

---

13 Was das Modell leistet und was nicht

Nachgebildet werden das Sampling mit idealen, unendlich kurzen Sample-Impulsen, die

Copyright 2026 by OsziWissen

Wiederholung der Spektren und zwei Rekonstruktionsverfahren. Die Samples werden in voller Rechengenauigkeit gebildet.

Nicht nachgebildet werden die Auflösung und Kennlinie des Wandlers, das Rauschen, die endliche Bandbreite des Eingangsverstärkers, der Öffnungsjitter des Samplers und jede Form von Vorfilterung. Ein reales Gerät zeigt deshalb bei gleicher Einstellung stets etwas weniger, nie mehr.

Rechenbedingte Grenzen: Das Sample-Raster wird bis zweihundert, die einzelnen Samples werden bis dreitausend Werte im Fenster dargestellt; die sin(x)/x-Rekonstruktion wird bis viertausend Werte berechnet. Ab fünfhundert Samples im Fenster bezieht sie für jeden Zeitpunkt nur die 250 nächsten Samples auf jeder Seite ein, damit die Rechenzeit begrenzt bleibt; in der Tabelle in Kapitel 10 ist das ab 501 Samples enthalten. Bei sehr langen Zeitfenstern werden höchstens zwanzigtausend Samples im Speicher gehalten — die angezeigte Anzahl bleibt davon unberührt und nennt weiterhin den wahren Wert.

Copyright 2026 by OsziWissen