

Stochastische Signale

Manfred Zollner

Stochastik ist die Mathematik des Zufalls, stochastische Signale sind Signale, deren Bildungsgesetze wir nicht kennen. Bei einem (unendlich lang dauernden) Sinuston kann zu jedem Zeitpunkt vorhergesagt werden, wie er in der Zukunft weitergehen wird, der Sinus gehört zu den determinierten Signalen. Zu diesen wird man auch die Bewegung der Erde um die Sonne rechnen, wohl wissend, dass die heutigen Bahnmodelle in sehr ferner Zukunft nicht mehr gelten werden. Ein Stück weit ist also die Definition, was determiniert und was stochastisch ist, selbst etwas zufällig. Das in elektrischen Schaltungen entstehende Rauschen ist aber, da besteht Einigkeit, ein zufallsbestimmtes, also stochastisches Signal. Mit der Beschreibung und Messung derartiger Signale beschäftigen sich die folgenden Seiten.

Zufällige Ereignisse lassen sich nicht immer intuitiv erfassen. Das beginnt beim Würfeln, wo der Sechs eine um so höhere Wahrscheinlichkeit zugesprochen wird, je länger sie schon nicht gewürfelt wurde (eine unzutreffende Vermutung), und endet noch nicht bei folgendem Beispiel: Ein Unternehmen stellt 0.1 mm dünne Bleche her, deren Dicke um höchstens 5% vom Sollwert abweichen darf. Weil es schwierig ist, die Dicke auf wenige Mikrometer genau zu messen, wählt der Hersteller einen anderen Weg: Er legt jeweils 100 Bleche aufeinander, und misst, ob die Dicke dieses Stapels innerhalb (10 ± 0.5) mm liegt. Und ja, alle Messungen liegen gut innerhalb der Toleranz – trotzdem reklamiert der Käufer. Die Streuung (Varianz) der Einzeldicke gehorcht eben anderen Gesetzen als die Streuung des Stapels.

Bei elektrischen Signalen, und um diese soll es im Folgenden gehen, kommt der Zufall auch zum Zuge. Weil das Messgerät zufällig nicht eingeschaltet ist (ein eher seltener Fehler), oder weil in der Schaltung ein Stör-rauschen entsteht, das die Messung verfälscht. Das kann schon eher zum Problem werden, denn in allen realen Schaltungen verursacht die zufallsbedingte Bewegung der Ladungsträger eine (sog. thermische) Rauschspannung. Deren Auswirkung, Beschreibung und Messung ist das Thema der folgenden Abhandlung. Sehr grundlegend, ein-führend, denn die Materie ist kompliziert und umfangreich. Über Verteilungen, Mittelwerte und Grenzwerte wird Rauschen erst einer Gleichspannung überlagert, dann einem Sinus. Die Wahrscheinlichkeit, dass die betrachtete Spannung (oder einer ihrer Mittelwerte) in einem bestimmten Bereich liegt, wird zumeist anhand grafischer Darstellungen beschrieben, einige Male auch durch Formeln. Die exakte und vollständige analytische Beschreibung ist allerdings nicht das Ziel – hierzu muss auf die Literatur verwiesen werden.

Die restlichen Seiten sind im Buch "Elektroakustik für Bühne und Studio", : www.gitec-forum.de