

Vorwort

Simulationsprogramme werden heute in größerer Zahl angeboten. Mit ihnen ist die graphische Programmierung nicht besonders schwierig. Das eigentliche Problem besteht in der Darstellung aller Funktionen eines Systems im Zusammenhang, genannt **Struktur**.

Diese ‚**Strukturbildung und Simulation technischer Systeme**‘ zeigt durch vielfältige Beispiele aus allen Bereichen der **Technik und klassischen Physik**, wie Strukturen gebildet und durch Simulation getestet und optimiert werden. So werden frühzeitig Fehler erkannt, die in der Realität nur ungleich schwerer zu korrigieren wären. Der Bau einer neuen Anlage beginnt dann erst nach der Simulation mit einem umfangreichen und virtuell getesteten Vorwissen über ihr zu erwartendes Verhalten (Abb. I).

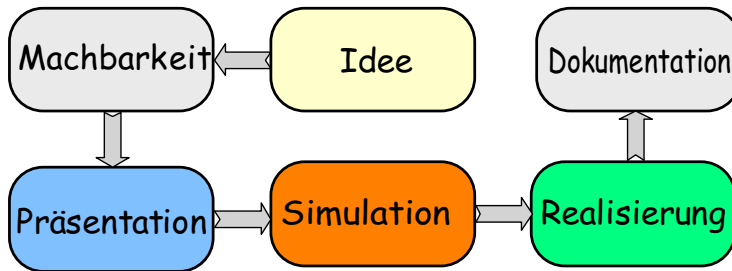


Abb. I Die Stellung der Simulation bei der Produkt-Entwicklung

Ermittelt man die Struktur einer existierenden Anlage, so kann diese durch **Parameter-variation viel einfacher optimiert** werden, als wenn dies an der realen Anlage im Probierversahren gemacht werden müsste. Die virtuell ermittelten Änderungen können dann auf die reale Anlage übertragen werden. Die Vorteile liegen auf der Hand: besseres Verständnis des Systems, kürzere Entwicklungszeiten und Fehlervermeidung.

Die Struktur ist die symbolische Darstellung aller Funktionen, die zusammen das System bilden. Zur **Struktur und Simulation**, die zeigen **wie** etwas ist, gehört auch die Analytik, die klärt, **warum** etwas so ist. Analytik mit Strukturen liefert die gesuchten Zusammenhänge ohne aufwändige Mathematik. **Simulationen veranschaulichen** alle interessierenden Zusammenhänge. Analyse und Simulation bilden zusammen ein optimales Werkzeug zur Untersuchung auch komplexester Systeme.

Oft wird die Meinung vertreten, dass nur das, was man real gesehen hat, auch verstanden wird. Der Autor ist nicht ganz der Meinung. Was man real gesehen hat, fördert die Anschauung ungemein und man wird es kaum bestreiten. Aber nur die Struktur zeigt, **wie** Systeme im Einzelnen funktionieren. Durch Simulation werden auch die Unterschiede des aktuellen Verständnisses zur Realität besser erkannt. Dadurch können

sie schrittweise verringert werden. Am Schluss ist **das simulierte Verhalten vom realen kaum noch zu unterscheiden**.

Dieses Buch will die **Werkzeuge** zur Strukturbildung und Simulation vermitteln und zeigen, wie leistungsfähig dieses Verfahren ist. Zu jedem behandelten Thema wird eine kurze Einführung gegeben. Vorkenntnisse sind nicht unbedingt erforderlich, aber hilfreich.

Zur **dynamischen Analyse**:

Zum Verständnis dynamischer Vorgänge sind die Begriffe Differenzierung und Integration unerlässlich, nicht aber die Differenzial- und Integral-Rechnung. Differenzierung und Integration werden erklärt und durch Simulation veranschaulicht. Die Simulationen zeigen die Lösungen der als Struktur dargestellten Differenzialgleichungen.

Die zur **Systemanalyse** benötigte **komplexe Rechnung** wird in Kurzform dargestellt. Zur Untersuchung räumlicher Systeme wird der Begriff des Vektors und seiner Komponenten (x, y, z) benötigt, **nicht** aber die Vektor- und Matrizen-Rechnung.

Zur **Methode**:

1. Zu jedem Beispiel (Gerät oder Schaltung) wird die **Funktion als Modell in Form einer Struktur** symbolisch dargestellt. Wenn möglich, erscheinen steuernde Signale links und die gesteuerten Signale rechts. So liest man Strukturen wie ein Buch.
2. Die Struktur zeigt die Verarbeitung der äußeren Signale durch **Blöcke, die die Funktionen der Bauelemente darstellen**, und **ihre Verknüpfung** durch interne Signale. So fördern Strukturen das **systematische Denken in Ursache und Wirkung**. Eine Struktur ist vollständig, wenn außer den steuernden und gesteuerten Signalen keine offenen Leitungen, d.h. unerklärte Signale, mehr vorkommen.
3. Danach müssen die **Konstanten der Blöcke bestimmt** werden. Sie sind so einzustellen, dass bekannte, geforderte oder gemessene Ein- und Ausgangssignale als Aussteuerung um einen Arbeitspunkt (Mittelwert) entstehen. Durch die Parameter wird die Struktur der Realität angepasst.
4. Ist eine Struktur gebildet, ganz oder in Teilen, kann das Verhalten der Anordnung simuliert – und das heißt veranschaulicht werden: im **Zeitbereich meist als Sprungantwort** oder im **Frequenzbereich für sinusförmige Aussteuerung**.
5. Es wird gezeigt, wie die interessierenden analytischen Zusammenhänge **ohne höhere Mathematik** aus der Struktur **abgelesen** werden können. Das bleibt immer übersichtlich und ist effizient, weil Wiederholungen vermieden werden.

Strukturen bleiben **gerade bei umfangreichen Systemen** nachvollziehbar. Deshalb sind sie umso notwendiger, je komplexer ein System ist.

Angestrebt wird größtmögliche Vielseitigkeit der Themen, verbunden mit möglichst einfacher und übersichtlicher Darstellung des Wesentlichen. Das bedeutet, dass letzte Exaktheit nicht immer erreicht wird. Daher besteht keine Konkurrenz zu kommerziellen Simulationen, die bestrebt sind, ein spezielles Thema ganz genau abzubilden. Diese Expertensysteme lassen sich anwenden, ohne dass der Benutzer die internen Einzelheiten verstanden haben muss.

Bei der hier vorliegenden **Strukturbildung** ist das aber möglich und gewollt. Sie eignet sich daher besonders zum praxisnahen **Erlernen der Regelungstechnik**.

Abgesehen von den elektronischen Schaltungen hat der Autor die meisten der hier simulierten Beispiele nicht praktisch erprobt (das kann eine einzelne Person nicht leisten). Seine Referenzen sind die in Büchern und dem **Internet veröffentlichten technischen Daten und Messungen**. Der Autor kann daher keine Garantie für die Richtigkeit jeder Struktur und Simulation übernehmen. Aber auch falsche oder nur teilweise richtige Strukturen können ein Denkanstoß sein.

Falls Sie selbst über Erfahrungen zu den behandelten Themen verfügen, würde sich der Autor über Rückmeldungen freuen. Für alle Hinweise auf Fehler, Kritik und Verbesserungsvorschläge bin ich meinen Lesern dankbar. Mein herzlicher Dank gilt allen, die mich bei diesem Projekt unterstützt haben, insbesondere den Firmen, deren Abbildungen und technische Daten ich benutzen durfte.

Axel Rossmann

Hamburg, im April 2016

Strukturbildung und Simulation technischer Systeme

Band 1

Die statischen Grundlagen der Simulation

Rossmann, A.

2016, XVIII, 343 S. 363 Abb., 75 Abb. in Farbe.,

Softcover

ISBN: 978-3-662-46765-7