

Das Kalman Filter wird 50

# Eine bahnbrechende Neuerung

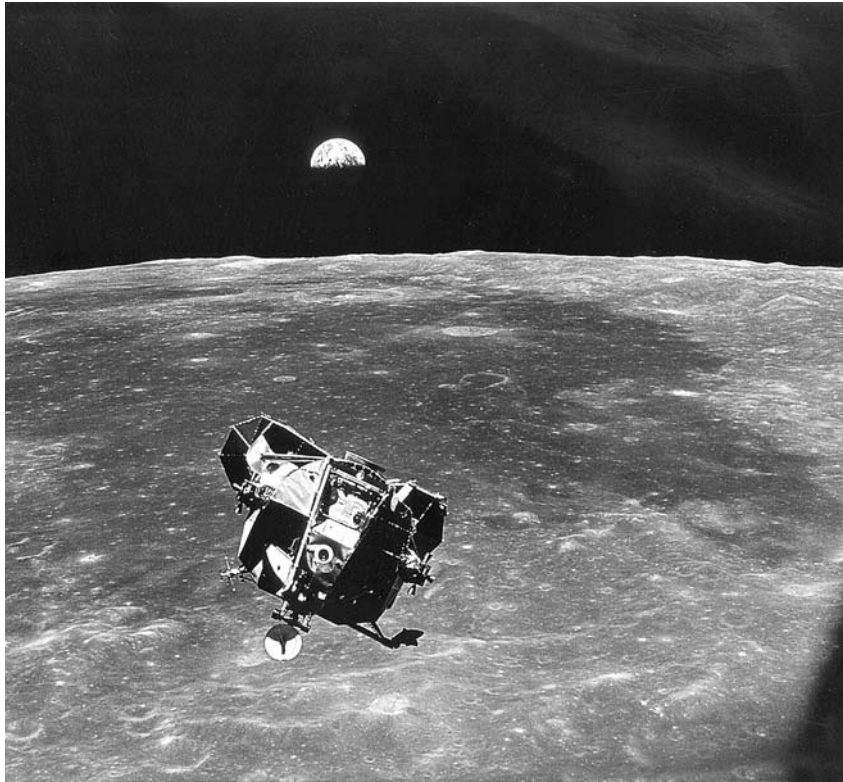
Anwendung in Flugzeug- und Raumfahrttechnik, medizinischer Technologie, Nachrichtenübertragung und Gerätesteuerung

Claude Baumann, Francis Massen,  
Computarium<sup>1</sup>

Als Neil Armstrong mit diesem großartigen Satz den Boden des Mondes betrat, waren sich viele hundert Millionen Menschen vor den Bildschirmen der Erhabenheit des Momentes bewusst. Das größte Publikum, das es bis dahin gegeben hatte, verfolgte in aller Welt die Mission von *Apollo 11*, und lauschte dem quäkenden Sprechfunk der Astronauten. „Nein, das ist nicht das Ereignis des Jahrhunderts“, schrieb der Pariser Libéré. „Dieses Abenteuer ist das aufregendste Unternehmen in den anderthalb Millionen Jahren, seit der Mensch auf dem Planeten Erde erschienen ist.“

In der langen Menschheitsgeschichte hatten zahllose kleine Schritte und Sprünge diesen Höhepunkt des nach den Sternen greifenden Homo Sapiens vorbereitet. Vielleicht gingen Armstrong auf dem Flug zum Mond die vielen Pioniere durch den Kopf, ohne deren Lebenswerk das kühnste Vorhaben der Menschheitsgeschichte nicht im entferntesten denkbar gewesen wäre: der unbekannte Eroberer des Rades, Thales, Pythagoras, Archimedes, al-Kwarizmi, Regiomontanus, Galilei, Newton, Gauss, Einstein...? Wie viele Geistesblitze waren erfolgt, um einen solchen Triumph der Wissenschaft und Technik zu ermöglichen?

Obwohl nun bereits vierzig Jahre vergangen sind seit dem denkwürdigen Ereignis, wird es wahrscheinlich noch weitere Dekaden brauchen, ehe die volle Tragweite dieses gigantischen Unternehmens erfasst sein wird, insbesondere, da weitere Landungen auf dem Mond der aktuellen Finanzkrise zum Opfer gefallen sind, und einer



Am 21. Juli 1969: die Apollo-11-Landefähre, der Mond und die Erde im Hintergrund.

(Foto: AFP)

Computer zu packen, ist wahrhaft bemerkenswert.“<sup>3</sup>

## Ein bahnbrechender Artikel

1960 hatte der Mathematiker Rudolf Emil Kalman seinen bahnbrechenden Artikel veröffentlicht unter dem Titel *A new approach to linear filtering and prediction problems*<sup>4</sup>, worin er auf originelle und völlig neue Weise das Problem des optimalen Beobachters behandelt. Kalman beschreibt seine Methode als optimalen Schätzer (*estimator*), der vergangene verrauschte Systemzustände anhand möglichst genauer mathematischer Modellierung und fehlerhafter Messungen glätten (*interpolieren*), aktuelle Zustände filtern und zukünftige voraussagen (*extrapolieren*) kann. Die Stärke der neuen Methode, so Kalman, werde am offensichtlichsten in theoretischen Untersuchungen und in numerischen Antworten zu komplexen, praktischen Problemen. Im letzteren Fall sei es vorteilhaft, auf Maschinenberechnungen zurückzugreifen.

Für die Nasa war es ein Glücksfall, dass Stanley F. Schmidt, ein prominentes Mitglied der *space task group* am Langley Research Center, ein persönlicher Bekannter Rudolf Kalmans war. Nachdem die Arbeitsgruppe mit zwei potentiellen Algorithmen, der *Methode der gewichteten kleinsten Quadrate*<sup>5</sup> und dem *Wiener Filter*, in einer Sackgasse geendet hatte, wurde es Schmidt während eines gelegentlichen Besuchs klar, dass Kalmans Theorie für das Navigations- und Kontrollproblem der Mondkapsel angewandt werden konnte. Im folgenden jedoch durchlief das Team, *das ganz und gar unerfahren war in vielen der anfallenden Aufgaben, wie der Mondbahnanalyse*<sup>6</sup>, große Schwierigkeiten, Kalmans Artikel zu verstehen und umzusetzen.

„That's one small step for [a] man, one giant leap for mankind!“<sup>2</sup>

historischen Aufbereitung damit sicher der nötige Schwung genommen wurde.

Von der endlosen Liste hochspezialisierter Produkte, die für die Mondlandung unerlässlich waren, wollen wir das unscheinbarste, wenngleich für manche das wichtigste hervorheben, nämlich das *Kalman Filter* (KF). Diese mathematische Methode wurde im

Hauptprogramm des *Apollo Guidance Computer* (AGC) (siehe Abbildung) angewandt, der als das erste sogenannte „eingebettete“ System (*embedded system*) gilt und dessen Aufgabe die Steuerung des Apollo-Navigationssystems war.

Die Apollo-Missionen wurden primär vom Boden aus geleitet. Zur Sicherheit, insbesondere zur Überbrückung der Phasen, da die Kommunikation zur Erde abbrach, wurde ein Trägheitsnavigationssystem an Bord benutzt. Darüber hinaus nahmen die Astronauten regelmäßig Peilungen an Fixsternen und Landmarkierungen an Erde und Mond vor, um das *Primary Guidance, Navigation and Control System* (PGNCS) zu kalibrieren. Im Kalman Filter wurden dann die Daten aus den verschiedenen Quellen zu konsistenten und möglichst genauen Positionierungen verschmolzen.

Aus heutiger Sicht erscheint es schwierig, die Rechenprobleme zu bewerten, mit denen sich die Nasa-Mathematiker herumplagen mussten, als sie anfangen, darüber nachzudenken, Raumkapseln, die zehnmal schneller flogen als eine Gewehrkuugel, von der Erde zum Mond zu leiten.

Einer von ihnen, Jack W. Crenshaw erklärt dies folgendermaßen: „Wenige, die sich an die frühen Nasa-Projekte, Mercury, Gemini und Apollo, erinnern, begreifen, in welchem Maße alles ohne Computer bewältigt wurde. Sicher, wir hätten niemals *Eagle* zur Mondoberfläche lenken können, ohne seinen Flugcomputer und dessen Software. Genau genommen, viele der hervorragendsten Entwicklungen im Bereich Echtzeit-Programmierung und Regeltechnik entstanden gerade aus diesen Bemühungen. Aber all diese frühe Arbeit wurde erledigt mit Rechenschiebern, Rechenmaschinen und handgezeichneten Kurvendiagrammen... Die Tatsache, dass die M.I.T.-Ingenieure fähig waren, eine derart gute Software (eine der allerersten Anwendungen des Kalman Filters) in solch einen winzigen

Kommandeur Neil Armstrong, Michael Collins und Edwin Aldrin vor dem Start der US-Mondmission Apollo 11.  
(Foto: Reuters)



<sup>1</sup> <http://computarium.lcd.lu>

<sup>2</sup> Neil Armstrong auf dem Mond am 21. Juli 1969, 2:56 UTC.

<sup>3</sup> J. W. CRENSHAW, *Math Toolkit for real-time programming*, Kansas: CMP Books, (2000), Vorwort XX.

<sup>4</sup> R. E. KALMAN, *A new approach to linear filtering and prediction problems*, Transactions of the ASME-Journal of Basic Engineering, 82, Series D, (1960), S. 35-45.

<sup>5</sup> einer Variante des von Carl Friedrich Gauss entwickelten Prinzips, dass die Quadrate der Unterschiede zwischen den beobachteten und gerechneten Größen eine möglichst kleine Summe erzeugen müssen; C. F. GAUSS, *Theoria Motus Corporum Coelestium (Theorie der Bewegung der Himmelskörper)*, (1809), ins Deutsche übertragen von Carl Haase, Carl Meyer Hannover, (1865), S. 270.

<sup>6</sup> L. A. MCGEE, S. F. SCHMIDT, *Discovery of the Kalman Filter as a Practical Tool for Aerospace and Industry*, Nasa Technical Memorandum 86847, (Nov. 1985).

► Besonders der relativ neue Ansatz des Zustandsraums, welcher dynamische Systeme als Kette von Differentialgleichungen erster Ordnung im Zeitbereich darstellt, im Gegensatz zu den herkömmlichen Beschreibungsmethoden im Frequenz- oder Laplacebereich, machte den Wissenschaftlern zu schafften.

Dieses Konzept war grundlegend in der Sowjetunion entwickelt worden, basierend auf den Arbeiten von Alexander Ljapunow und Lew Pontrjagin, welche vom amerikanischen Mathematiker Solomon Lefschetz und später von Kalmans Doktorvater John R. Ragazzini aufgegriffen wurden. Der Start von *Sputnik 1* in 1957 hatte den Blick der Forscher und Ingenieure auf die Leistungen im Bereich der Regel- und Kontrolltechnik jenseits des Eisernen Vorhanges gerichtet. Trotz des Kalten Krieges beherbergte Moskau 1960 den ersten Kongress der *International Federation of Automatic Control (IFAC)*, während dessen gerade über diese neuesten theoretischen Entwicklungen ausgetauscht wurde.

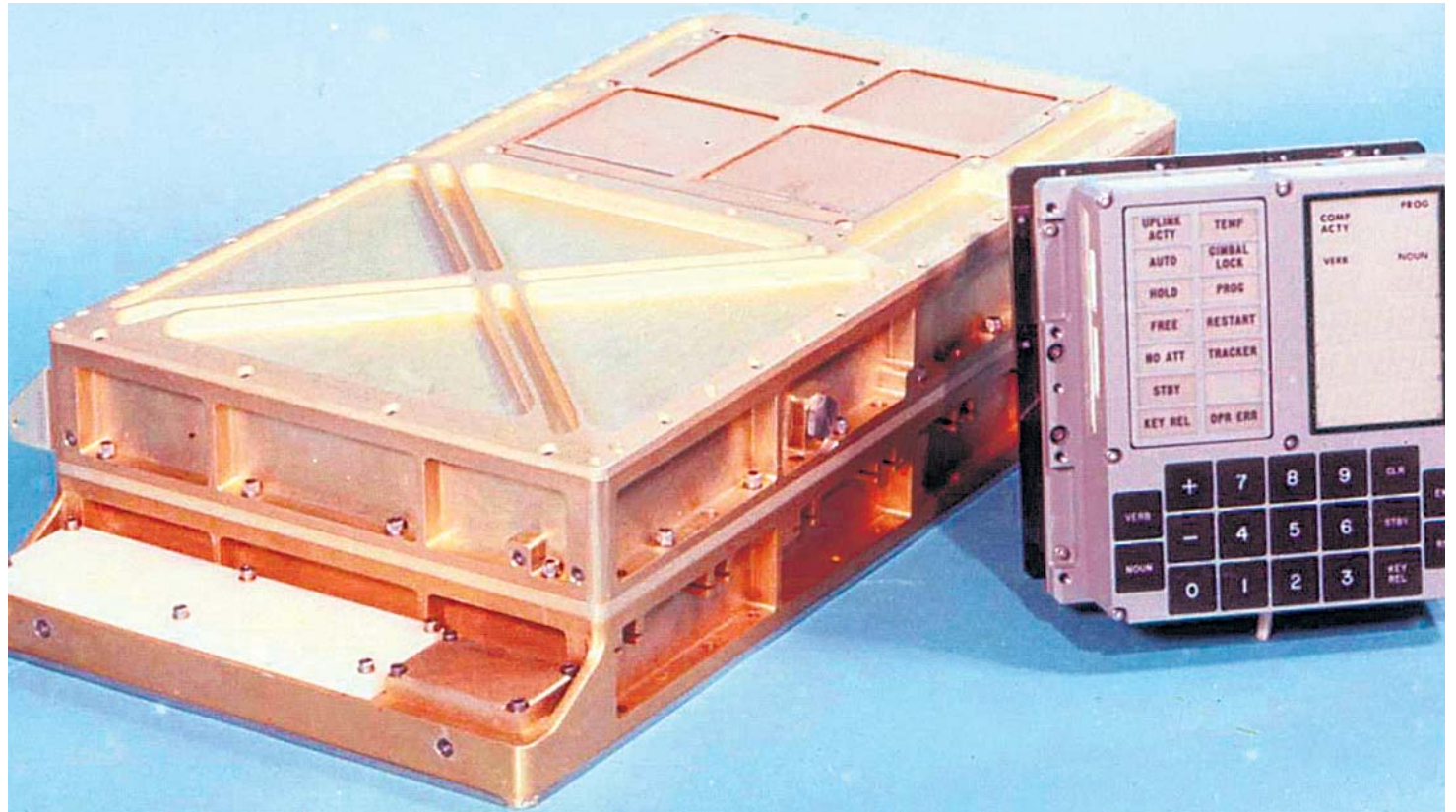
### Intensive Entwicklungsarbeit

Nach Monaten intensiver Entwicklungsarbeit bei der Nasa wurde die erste Bahnsimulation von Erdumkreisungen, mittleren Wegstrecken, sowie Mondorbits auf einem IBM704 System gestartet... und scheiterte wegen eines Programmfehlers. Dieser konnte jedoch schnell behoben werden. Beim zweiten Anlauf funktionierte alles erstaunlich gut, aber in der Folge tauchten ernste Probleme auf. Obwohl nicht direkt aus der Theorie ersichtlich, lief die Simulation, die im Kalman Filter insgesamt achtzehn Systemzustände – drei für jeden der sechs Freiheitsgrade – bearbeitete, manchmal instabil. Die Ursachen waren Rundungsfehler, unvollständige statistische Modelle, systematische Messabweichungen, sowie Divergenzprobleme nichtlinearer Gleichungen. Es wurden schließlich alle Fragen gelöst, was aber dazu führte, dass in seiner ersten Anwendung der ursprüngliche Algorithmus in abgewandelter Form als *Extended Kalman Filter (EKF)* implementiert wurde. (In frühen Tagen bezeichnete man diese Variante als *Kalman-Schmidt Filter*.)

### Berechnung der Satellitenposition

Was aber genau ist ein Kalman Filter? Bevor wir dieser Frage nachgehen, wollen wir uns kurz einem Problem zuwenden, das in der luxemburgischen Ortschaft Betzdorf an der Tagesordnung stehen dürfte. In der Tat muss das *SES Astra Control Center* zu jeder Zeit wissen, wo genau sich ihre Satelliten befinden. Diese Positionsbestimmungen werden aus mehr oder weniger ungenauen Messungen herausgerechnet. Es ist nahezu sicher, dass auch die SES-Ingenieure sich dazu des Kalman Filters bedienen. Da es keine Möglichkeit gibt, die Satellitenposition hundertprozentig exakt zu kennen, besteht die Aufgabe darin, aus den unsicheren Messdaten die bestmögliche Schätzung herauszufiltern. Nehmen wir an, dass aus irgendeinem Grund sämtliche Ortungsgeräte ausfallen.

Wie jeder Körper ist auch ein Satellit den physikalischen Gesetzen unterworfen. Anhand dieser Regeln lässt sich die Position der Satelliten immer noch bestimmen, und somit der Ausfall kurzzeitig überbrücken, wenngleich durch Mängel oder Unvollständigkeit der Modellrechnungen nach einer Weile erhebliche Bahnabweichungen auftreten dürften. Da sich die meisten Satelliten auf geostationärer



Position in Erdnähe befinden, werden geringfügige Änderungen im Gravitationsfeld von Erde, Sonne und Mond nicht allzu große, aber dennoch spürbare Variationen der Beschleunigungen bewirken, die von den Formeln nicht erfasst werden, die sich aber nach und nach aufsummieren. Es sind demnach mehrere Fehlerquellen zu berücksichtigen, zum einen die unbekanntesten Messfehler, die anhand von aufwendigen Tests erfasst und statistisch beschrieben werden, zum anderen die Modellrechnungsfehler, welche ebenfalls statistisch einzugrenzen sind.

### Suche nach anderer Methode

Eigentlich hätte die auf Gauss zurückgehende Methode der Ausgleichsrechnung zur Bahnbestimmung von Himmelskörpern auch beim Apollo-Programm funktionieren müssen, zumindest theoretisch. Es war aber vor allem die ungeheure Datenmenge, die die Nasa-Computer in brauchbarer Rechenzeit nicht bewältigen konnten, die schließlich dazu führte, dass sich die Wissenschaftler nach einer anderen Methode umsehen mussten.

Hinzu kam, dass nicht allein die Position und Orientierung der Raumkapsel ausschlaggebend war, sondern auch deren Geschwindigkeit und Beschleunigung. Darüber hinaus ging es nicht nur um die reine Bahnbestimmung, sondern zusätzlich um die Kontrolle der erforderlichen Bahnänderungen mit dem Ziel Mond und zurück. Erschwerend war außerdem die Tatsache, dass die Positionsbestimmungen asynchron aus verschiedenen Quellen, Gerätschaften mit unterschiedlichen statistischen Charakteristiken und Koordinatensystemen erfolgten. Die sehr komplexe Aufgabe bestand also kurz gesagt darin, alle Berechnungen in Echtzeit zu erledigen mit der Auflage, die Schätzfehler so gering wie möglich zu halten.

Die Lösung all dieser Probleme wurde, wie schon gesagt, mit dem Einsatz des Kalman Filters erreicht. Herbert Schlitt, emeritierter Professor für Regelungstechnik an der Universität Erlangen-Nürnberg, umreißt das KF (etwas zirkulär) im allgemeineren Rahmen des Beobachterentwurfs *als ein modellgestütztes Konzept, bei dem das Modell eines gegebenen Grundsystems in einer Regel-*

*schleife liegt, korrigiert mit einer Gewichtung, die über ein dynamisches Kriterium zum deterministischen Lueneberger-Beobachter und über ein statistisches Kriterium zum Kalman-Beobachter führt*<sup>7</sup>.

Peter S. Maybeck, ein vielzitiertes Autor bezüglich des KFs, erläutert die Methode als *optimalen, rekursiven Algorithmus zur Datenverarbeitung*<sup>8</sup>. Das Wort *optimal* ist prägnant gewählt, um hervorzuheben, dass das KF *optimal ist, gegenüber virtuell jedem Kriterium, das Sinn macht*. Diese etwas verschlüsselte Formulierung beschreibt u.a. die Eigenschaft des KFs, auf optimale Art und Weise aus unsicheren Messdaten eine Schätzung des Systemzustandes zu gewinnen, indem die Fehler nach dem Gauss'schen Prinzip der kleinsten Quadrate minimalisiert werden.

Das Wort *rekursiv* in Maybecks Beschreibung unterstreicht die Eigenschaft des KFs, eine neue Schätzung ausschließlich anhand der unmittelbar vorherigen Schätzung und der aktuellen Messung zu machen. Dazu werden abwechselnd mehrere mathematische Gleichungen angewandt, die sowohl das Systemmodell, dessen Statistik, sowie die Messung und ebenfalls deren Statistik miteinbeziehen. Dies war sicher eine der Schlüsseleigenschaften

zum Zeitpunkt des ersten Einsatzes des KFs im *Apollo Guidance Computer*, wegen des kleinen 4kB(!)-Kernspeichers. Durch die Rekursivität entfallen nämlich das Abarbeiten und die Speichereinstellungen langer Datenketten, wie sie die Ausgleichsmethode von Gauss zwingend verlangt.

### Eine Reihe von Vorteilen

Bei der *Filtertätigkeit* arbeitet der Algorithmus relevante Trends oder Frequenzen aus verrauschten Daten oder Signalen heraus. Unerwünschte Komponenten werden somit eliminiert. Für die Apollo-Mission bedeutete dies, dass der AGC die 3D-Flugbahn sowie die ebenfalls dreidimensionale Orientierung der Raumkapsel aus einer Menge fehlerhafter Messdaten extrahieren konnte. Die Filterfunktion entspricht in vieler Hinsicht einem Tiefpassfilter.

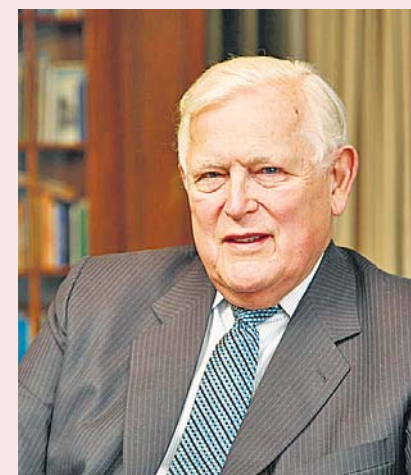
<sup>7</sup> H. SCHLITT, *Systemtheorie für stochastische Prozesse*, Springer, Berlin, (1992), S. 208.

<sup>8</sup> P. S. MAYBECK, *Stochastic models, estimation, and control*, Vol.1, New York: Academic Press, (1979).

Der Apollo Guidance Computer (AGC) war das erste *embedded system* und nutzte darüber hinaus auch die erste Softwareimplementierung des Kalman Filters.

(Foto: Nasa)

Rudolf Kalman wurde am 19. Mai 1930 als Sohn eines Elektroingenieurs in Budapest geboren. Während des Zweiten Weltkrieges wanderte er mit seiner Familie nach Amerika aus. Er studierte am M.I.T., wo er 1953 und 1954 mit Bachelor resp. Master Degree abschloss. Im Jahre 1957 bekam er die Doktorwürde (D. Sci.) an der Columbia Universität. Zunächst arbeitete er für das IBM Research Laboratory, Poughkeepsie, N. Y., dann von 1958 bis 1964 für das Research Institute for Advanced Study (RIAS), Baltimore. Er war Professor an der Stanford Universität von 1964 bis 1971, an der Universität von Florida von 1971 bis 1992. Parallel dazu hielt er seit 1973 einen Lehrstuhl an der ETH in Zürich, von dem er 1997 emeritierte. Sein Hauptforschungsgebiet ist die System- und Kontrolltheorie. Kalman erhielt mehrere hochdotierte Preise und Auszeich-



Rudolf Emil Kalman, ungarisch-amerikanischer Mathematiker und Erfinder des Kalman Filter. (Foto: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich)

nungen, darunter 2005 den Kyoto-Preis für Technologie, 2008 den begehrten Charles Stark Draper Prize und die National Medal of Science and Technology and Innovation, die ihm Ende 2009 von Präsident Obama verliehen wurde.

## Eine bahnbrechende Neuerung

► Gegenüber herkömmlichen digitalen Filtern, insbesondere dem schon erwähnten Wiener Filter gilt es aber hervorzuheben, dass beim KF rechenintensive Transformationen entfallen, da der Zeitbereich nie verlassen wird. Allerdings wird damit die Kontrolle über die Grenzfrequenz schwieriger. Seine Stärke beweist das KF im Zusammenhang mit nicht-stationären Signalen, bei denen andere Methoden versagen. Zudem kann es multiple Eingänge und Ausgänge gleichzeitig bewältigen.

Greg Welch und Gary Bishop<sup>9</sup>, die seit Jahren die wohl am besten dokumentierte Internet-Seite zum Kalman Filter unterhalten, erwähnen eine weitere seiner wesentlichen Eigenschaften, und zwar die Möglichkeit, zukünftige Systemzustände vorauszusagen. Auf der Basis des mathematischen Systemmodells und der vorherigen Schätzung des Systemzustandes berechnet das KF zunächst eine *a priori* Schätzung (*prediction*) des kommenden Systemzustands.

Die Evolution der relevanten Statistik wird ebenfalls antizipiert, bevor der Algorithmus zum zweiten Schritt übergeht, der darin besteht, die Voraussage anhand der Messungen zu korrigieren. Dies ist wohl die interessanteste Charakteristik des KFs, da es beim Ausbleiben einer zuverlässigen Messung immer noch auf die Vorausschätzung zurückgreifen kann. Außerdem erlaubt sie die Synchronisation zwischen Original- und Filtersignal. Stanley Schmidt, dem die Ehre gebührt, als erster den Wert des KFs entdeckt zu haben, fügt schließlich noch die für ihn wichtigsten Merkmale des Kalman Filters an: *Die Schlüsseigenschaften sind dessen Fähigkeit, den Integrations-schritt (Zeit) über einen weiten Bereich zu variieren und die Möglichkeit gestoppt und gestartet zu werden zu jedem beliebigen Zeitpunkt.*

### Begeisterung bis heute

Bei derart hervorragenden Eigenschaften ist es sicherlich wenig erstaunlich, dass die Begeisterung für Kalmans Methode bis heute anhält. Wie bei fast allen großen Erfindungen und Entdeckungen – im Übrigen selbst bei der Gauss'schen Ausgleichsrechnung – gibt es allerdings auch hier einen nicht beigelegten Prioritätenstreit. Peter Swerling publizierte in 1958 ein *RAND Corporation Memorandum*<sup>10</sup>, in welchem er eine rekursive Prozedur zur Bahnbestimmung beschreibt, die Kalmans Methode sehr ähnelt. Nicht unerwähnt bleiben soll auch Richard S. Bucys Beitrag zur Verallgemeinerung von Kalmans ursprüngliche, auf zeitdiskrete Prozesse beschränkte Theorie<sup>11</sup>.

Es lohnt sich jedenfalls, sich näher mit den Kalman Filter Berechnungen zu beschäftigen<sup>12</sup>. Wenngleich dazu eine gute Kenntnis linearer Algebra erforderlich ist.

Bei der Anwendung des Kalman Filters stößt man allerdings trotz einfacher Gleichungen sehr schnell auf etliche Schwierigkeiten. Es zeigt sich unter anderem, dass sich die anfallenden Matrixgleichungen vielfach, insbesondere in eingebetteten Anwendungen nur schwer implementieren lassen, da nicht alle Computer-Programmierungsumgebungen über effiziente Matritzenbibliotheken verfügen. Die Erfahrungen der *space task group* der Nasa scheinen sich bei jeder Applikation irgendwie zu wiederholen. So mussten sich die Programmierer der ersten Kalman Filter Implementierung im AGC mit genau diesen Problemen herumschlagen.

Stanley Schmidt schreibt dazu: „Später, als wir die Software darauf vorbereiteten, die Kalman Filter Matritzenoperationen durchzuführen, mussten wir all unsere eigenen matritzenmanipulieren-

den Abläufe selbst schreiben. Wir fanden aber schnell heraus, dass das doppelte Indexieren, das für die Matritzenoperationen gebraucht wurde, derart langsam lief, dass wir die gesamten Unterprogramme umschreiben mussten, damit sie einfaches Indexieren benutzen. Andernfalls hätte eine mondumkreisende Bahn mit dem Kalman Filter Stunden an Rechenzeit gebraucht.“

Trotz der anhaftenden Komplexität erfreut sich das KF einer immer wachsenden Beliebtheit. In der Flugzeug- und Raumfahrttechnik, in der medizinischen Technologie, in Nachrichtentechnik, Robotik und Gerätesteuerung aller Art ist es jedenfalls seit Jahrzehnten nicht mehr wegzudenken. Doch auch in mittlerweile alltäglichen Apparaten findet es seine Anwendung, wie z.B. in den meisten GPS-Systemen. Jedenfalls darf das Kalman Filter zu den wichtigsten mathematischen Errungenschaften überhaupt gezählt werden. Wir wünschen ihm daher und selbstredend seinem Erfinder, der dieses Jahr seinen 80. Geburtstag feiern wird, *ad multos annos*.

<sup>9</sup> G. WELCH, G. BISHOP, *An introduction to the Kalman Filter*, TR-95-041, Department of Computer Science, University of North Carolina at Chapel Hill, (Update 2006). <http://www.cs.unc.edu/~welch/kalman/> [aufgerufen Dez. 2009]

<sup>10</sup> P. SWERLING, *A proposed stagewise differential correction procedure for satellite tracking and prediction*, Rept. P-1292, RAND Corp. Santa Monica, Calif., (Jan. 1958), auch veröffentlicht in *J. Astronaut. Sci.*, Vol. 6, (1959).

<sup>11</sup> R. E. KALMAN, R. S. BUCY, *New results in linear filtering and prediction theory*, J. Basic Eng., Vol. 83D, (1961), S. 95-108.

<sup>12</sup> Weiterführende Lektüre: R. F. STENGEL, *Optimal control and estimation*, Dover Publ. NY, (1994).

## Den Owesstär

Op der bloer Himmelswiss  
weeden iwwer Dag wäiss Schof  
De Wand dreift si  
viru sech hir  
well heen ass hiren Hiert  
Si stoussen a verfänke sech  
si kréie sech an d'Woll  
a verdroe sech och nees  
Géint Owend stréilt dann  
d'schléifreg Sonn  
hire wujelege Pelz  
a leet eng rosa Decken drop

Nuets verschwénnt se  
déi wäiss Heerd  
a mécht de schwaarzen  
Hämmel Plaz  
déi sech ferm  
zesummenducken  
an äis d'Siicht  
op d'Stären huelen

Ma op eemol deet e Schloff  
sech an deem Gewarrels op  
an d'Venus liicht  
sou hell wéi Sëlwer  
aus der Däischtert  
op eis Äerd  
Als Owesstär sou kloer  
wéi d'Wourécht  
steet si a voller Schéinheet do  
an da begräift een  
datt vrun Zäiten  
d'Mënsche si  
wéi d'schëinste Fra  
veréiert hunn  
an ugebiet

Jeanine Theis-Kauth

## IM WARTEZIMMER

### Umbau im Paradies

Arne Langner

Die Tripartite ließ auf sich warten, bevor sie diese Woche endlich ihren Auftakt nahm. Die alten Themen sind wie so oft auch in diesem Fall die neuen. Bleibt abzuwarten, ob nur alter Wein in neuen Schläuchen präsentiert wird oder ob die weltweit einmalige Dreierunde aus Patronat, Gewerkschaften und Regierung im Stande ist, irgendwelche wegweisenden Ergebnisse zu präsentieren.



Jean-Claude Juncker hatte bereits im Briefing für die heimischen Medien vergangene Woche die Gelegenheit genutzt, um klarzumachen, um was es eigentlich geht: Der Umbau im Paradies steht auf der Tagesordnung. Sein Zitat spricht Bände. „Mir dreiwen d'Lëtzebuenger net aus dem Paradies, mir müssen d'Paradies ëmbauen, soss kann een net virufueren, an deem Paradies ze liewen, an duerfir ass d'Responsabilitéit vu jiddwerengem staark engagiert.“

Achtung, Achtung – alles hört auf mein Kommando. Ärmel hochkrepeln, Türen zu und Fakten auf den Tisch! Arbeitsmarkt, Wettbewerbsfähigkeit und öffentliche Finanzen müssen dringend operiert werden. Drei wunde Punkte im Staate, pardon: Paradies. Aber während Länder wie Griechenland mehr oder minder verzweifelt versuchen, dem Tod der Überschuldung von der Schippe zu springen, spielt sich das Jammern im Lande noch auf vergleichbar hohem Niveau ab. Doch wehret den Anfängen!

Es ist wahr, dass die Zahl der Arbeitslosen gigantisch hoch ist

und immer mehr Industrieproduktion aus Luxemburg abwandert, weil das Land bei Löhnen und Lebensstandard global auf den vordersten Plätzen zu finden ist und Unternehmen mehr an Kosten senken als erhöhen interessiert sind. Ganz zu schweigen vom branchenübergreifendem Mindestlohn und Sozialleistungen, die weit besser sind als durchschnittliche Monatslöhne in manch anderen Ländern Europas.

Wie also schafft man es, im internationalen Umfeld diesen Standard zu halten, ohne – gelinde gesagt – sozialen Unfrieden bei der Bevölkerung zu schaffen? Wohl eine Aufgabe, die der Quadratur des Kreises nahekommt, meinen Sie? Nun, mit herkömmlichen Mitteln wäre das vielleicht so, nicht aber mit einem Instrument wie der Tripartite. Eine Einrichtung, die für Politikwissenschaftler zumindest äußerst interessant ist, aber eher noch umstritten. Kann man doch einerseits sagen, sie hebele die Demokratie aus und andererseits behaupten, sie schaffe es, sozialen Frieden im Land zu wahren.

Während Nachbarländer wie Frankreich und Deutschland ihre politi-

schen Debatten in Fernsehtalkshows verlagert haben und vor einer quasi globalen Öffentlichkeit über ihre Probleme diskutieren, dreht man in Luxemburg seit 1977, lange bevor es anderswo die Fernsehdemokratie gab, den Spieß um und macht einfach die Türen zu, um fernab von Zuschauern auszuhandeln, wer in den kommenden Jahren etwas abgeben muss, damit die anderen etwas dazubekommen können.

Aber dieses Mal schwimmen die Felle davon, wenn im Paradies nicht wirklich umgebaut wird. Heißt das etwa, der bereits angeschlagene Lohnindex wird bald ganz geopfert? Wann und vor allem wie werden die steuerlichen Belastungen für Normalbürger erhöht, um die Löcher im Staatshaushalt zu stopfen? Muss wegen internationalen Drucks das Bankgeheimnis bald komplett fallen? Und wie werden die Einnahmeverluste gestopft, wenn in Zukunft die Spritpreise auf durchschnittliches europäisches Niveau angehoben werden?

Auf das Paradies kommen harte Zeiten zu und auf die Tripartite ein hartes Stück Arbeit ...