



**Öffnungszeiten
um Pfingsten**

**Zertifikatanträge für
virtuelle Webserver**

**Heinz Billing – der
Erbauer der ersten
deutschen
Elektronenrechner**

Mac OS X Snow Leopard

GWDDG Nachrichten

5 / 2010

Inhaltsverzeichnis

1.	Verabschiedung von Manfred Hente	3
2.	Öffnungszeiten des Rechenzentrums um Pfingsten 2010.....	3
3.	Erzeugung von Zertifikatanträgen mit „Subject Alternative Name“ für virtuelle Webserver auf Basis von OpenSSL für die DFN-PKI.....	4
4.	Heinz Billing – der Erbauer der ersten deutschen Elektronenrechner (Teil 2) .	10
5.	Informationsveranstaltung zu Mac OS X Snow Leopard.....	29
6.	Kurse des Rechenzentrums	30
7.	Betriebsstatistik April 2010.....	35
8.	Autoren dieser Ausgabe	35

GWDG-Nachrichten für die Benutzerinnen und Benutzer des Rechenzentrums ISSN 0940-4686

33. Jahrgang, Ausgabe 5 / 2010

<http://www.gwdg.de/gwdg-nr>

Herausgeber: Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Göttingen
Am Faßberg 11, 37077 Göttingen

Redaktion: Dr. Thomas Otto Tel.: 0551 201-1828, E-Mail: Thomas.Otto@gwdg.de
Herstellung: Maria Geraci Tel.: 0551 201-1804, E-Mail: Maria.Geraci@gwdg.de
Druck: GWDG / AG H Tel.: 0551 201-1523, E-Mail: printservice@gwdg.de

1. Verabschiedung von Manfred Hente

Mit Beginn des Monats Mai heißt es für Kunden und Mitarbeiter der GWDG, wieder einmal Abschied zu nehmen von dem vertrauten Gesicht eines langjährigen Kollegen. Für Herrn **Manfred Hente** beginnt zum 1. Mai 2010 die Freistellungsphase der Alterszeit; im Jahr 2012 schließt sich der Übergang in das Rentenalter an.



Am 20.05.1974 begann Herr Hente seinen Dienst bei der GWDG als Peripherieoperator. Wie in den frühen Jahren der Datenverarbeitung üblich, war auch er ein Quereinsteiger, sein Ausbildungsberuf Elektroinstallateur.

Bei 36 Jahren Berufstätigkeit im IT-Bereich ist der Arbeitsplatz enormen Veränderungen unterworfen. Wer erinnert sich heute noch an die Tätigkeiten, die mit Lochstreifen-, Lochkarten- und Magnetbandverarbeitung verbunden waren? Damalige Rechenzentrumsnutzer gaben ihre Programme und Daten auf Lochstreifen oder Lochkarten bei der GWDG zur Verarbeitung ab und bekamen sie später zusam-

men mit einem Job-Protokoll des Zentraldruckers über ihre Schrankfächer zurück. Wer größere Mengen Daten dauerhaft speichern wollte, musste Magnetbänder verwenden. Unsere Peripherieoperatoren waren ständig damit beschäftigt, Magnetbänder aufzulegen, Job-Protokolle aus dem Endlospapierdruck des Zentraldruckers herauszutrennen und Lochkartenstapel aus dem Kartenleser herauszunehmen und mit Gummiband versehen in die Schrankfächer zu legen.

Im Foyer der GWDG fällt vielen Besuchern das sperrige Ausstellungsstück UNIVAC FASTRAND III als Teil des Rechnermuseums auf, das zur damaligen Zeit als Vorläufer moderner Festplatten beim Großrechner UNIVAC 1108 im Einsatz war.

Als in den Jahren nach 1980 in den GWDG-Benutzerräumen die Umstellung auf Bildschirmgeräte erfolgte und Großrechner echte Festplatten hatten, so dass weniger Bandverarbeitung notwendig war, wurde die Betreuung grafischer Ausgabegeräte immer wichtiger. Die ersten Farbdrucker wurden eingesetzt, großformatige Stiftplotter kamen auf, später Farblaserdrucker, farbige Spezialdrucker und schließlich unsere Druckstraße. Entsprechend verlagerte sich auch die Tätigkeit von Herrn Hente in die Betreuung der Geräte und ihrer Nutzer.

Die letzten Jahre seiner Tätigkeit waren gekennzeichnet von der immer größeren Bedeutung der Überwachung der komplexen Netzwerke und Systeme, die die GWDG betreibt, sowie dem Übergang zu einer zentralen Anlaufstelle für unsere Kunden im Form der Telefon-Hotline 0551 201-1523 und des Trouble-Ticket-Systems per E-Mail an support@gwdg.de.

Wir verlieren mit Herrn Hente einen freundlichen, besonnenen, hilfsbereiten und zuverlässigen Kollegen und wünschen ihm für seinen Ruhestand alles Gute und noch viele gesunde und frohe Jahre!

Heuer

2. Öffnungszeiten des Rechenzentrums um Pfingsten 2010

Das Rechenzentrum der GWDG ist an den beiden Pfingstfeiertagen, 23.05. und 24.05.2010, geschlossen. Falls Sie sich zu der Zeit, in der das Rechenzentrum geschlossen ist, an die GWDG wenden wollen, schicken Sie bitte eine E-Mail an

support@gwdg.de

Das dahinter befindliche Ticket-System wird auch während dieser Zeit von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der GWDG regelmäßig kontrolliert.

Grieger

3. Erzeugung von Zertifikatanträgen mit „Subject Alternative Name“ für virtuelle Webserver auf Basis von OpenSSL für die DFN-PKI

3.1 Einleitung

Im Bereich des Hostings von virtuellen Webservern mit Apache ist das Thema Absicherung der Verbindung via SSL ein ständiges Thema. Da bei der GWDG vor allem mit sogenannten „namensbasierten virtuellen Webservern“ (name-based virtual hosts) gearbeitet wird und immer nur ein Zertifikat mit dem Modul `mod_openssl` für viele solcher Server benutzt werden kann, gibt es in den heutigen Zertifikaten die Option des sog. „Subject Alternative Name“ (SAN) nach Standard X.509-v3.

Um bestehende Webserver-Zertifikate um weitere solcher SANs zu ergänzen oder im Rahmen einer Erstbeantragung zu erweitern, mussten bisher die Kollegen der Certification- bzw. Registration-Authority (CA/RA) bemüht und durch diese die Namen im Zertifikat ergänzend eingetragen werden. Bei vielen Änderungen musste zunächst die Liste der Webserver zusammengestellt und an die Kollegen der CA/RA übermittelt werden. Daraufhin musste dann jede Änderung in das Zertifikat aufgenommen werden und nach jeder Änderung musste das Zertifikat erneut ausgestellt werden. Das Zertifikat war nach dem Ausstellen erneut vom Webserver-Administrator auf Richtigkeit zu prüfen, bevor es zum Einsatz kam. Um diesen Vorgang nun primär in die Hände des Webserver-Administrators zu legen und die CA/RA-Kollegen zu entlasten, soll nachfolgende Lösung dienen.

3.2 Zielgruppe und Zielsetzung

Die Zielgruppe besteht in erster Linie aus Webserver-Administratoren, die in ihrer täglichen Arbeit viel mit virtuellen Webservern und SSL-Themen zu tun haben. Auch CA/RA-Administratoren, die einige Aufgaben im Zusammenhang mit der Zertifizierung nun direkt in die Hände der Webserver-Administratoren delegieren können, gehören zur Zielgruppe.

Zielsetzung ist die Entlastung der CA/RA-Administration sowie die einfachere, direkte Verwaltung der Zertifikate durch Webserver-Administratoren.

Die nachfolgende Lösung ermöglicht es dem Webserver-Administrator zukünftig,

- die Liste der Webserver im Zertifikat direkt selbst zu pflegen,

- nach Bedarf Webserver ein- und auszutragen,
- sofort vor Einreichung das Zertifikat dieses auf Richtigkeit zu prüfen und
- einen direkten Nachweis der SANs in der `openssl.cnf`-Datei zu führen.

Das Ergänzen oder Löschen von Webservern im Zertifikat durch die Kollegen der Public Key Infrastructure (PKI) entfällt damit völlig. Die PKI-Kollegen brauchen lediglich das neue Zertifikat ausstellen und – nach erfolgreicher Installation desselben – das alte Zertifikat sperren.

Es soll nun am Beispiel eines „fiktiven“ Webserver der GWDG mit mehreren virtuellen Webservern (Vhosts) die Funktionsweise im Einzelnen erklärt werden. Die DNS-Namen sind willkürlich gewählt und stellen keine bei der GWDG vorhandenen virtuellen Webserver dar!

Entsprechend dieser Anleitung kann auch für die RAs der Universität Göttingen oder der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) verfahren werden. Die Dateien sind dann entsprechend den dortigen Vorgaben des Vereins zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e. V (DFN) anzupassen.

3.3 Vorarbeiten

3.3.1 Die `openssl.cnf`-Datei

Im Standard der meisten Linux-Distributionen befindet sich die `openssl.cnf` unter `/etc/ssl/`. Für die nachfolgende Anleitung wurde eine Standard-`openssl.cnf` nach `openssl-gwdg.cnf` kopiert und an die DFN-PKI-Umgebung für einen GWDG-Webserver angepasst. (**Hinweis:** Nicht relevante Passagen wurden aus der Datei zwecks Übersichtlichkeit entfernt!)

3.3.2 Anpassen der `openssl-gwdg.cnf` auf die DFN-PKI-Umgebung

Die Änderungen zur Anpassung an die DFN-PKI, hier am Beispiel für die GWDG-CA, sind von folgender Seite übernommen:

```
https://pki.pca.dfn.de/gwdg-ca/
cgi-bin/pub/pki?cmd=pkcs10_req;
id=1;menu_item=2&RA_ID=0
```

Klickt man dort auf den Reiter „Serverzertifikat“, erscheint im oberen Abschnitt folgender (verkürzter) Text:

Geben Sie hier den Dateinamen des PKCS#10-Zertifikatantrags an.

Der Name in Ihrem PKCS#10-Zertifikatantrag muss enden auf:

O=Gesellschaft fuer wissenschaftliche Datenverarbeitung,C=DE oder

O=Gesellschaft fuer wissenschaftliche Datenverarbeitung,L=GOETTINGEN,ST=NIEDERSACHSEN,C=DE oder

...

Nun müssen die vorgegebenen Werte der CA/RA in die `openssl-gwdg.cnf` übernommen werden.

Folgende Tabelle soll die Zuordnung erleichtern:

Angabe auf der Webseite	Feld in der <code>openssl-gwdg.cnf</code>
C=DE	<code>countryName_default</code>
ST=NIEDERSACHSEN	<code>stateOrProvinceName_default</code>
L=GOETTINGEN	<code>localityName_default</code>
O=Gesellschaft fuer wissenschaftliche Datenverarbeitung	<code>o.organizationName_default</code>

Die beiden folgenden Felder beinhalten die Angaben, die für jeden Hauptwebserver eindeutig sein müssen:

- `commonName_default`
- `emailAddress_default`

Die ersten beiden Angaben der obigen Tabelle können für jeden anderen Webserver als Standard erneut verwendet werden. Nur die beiden letzten Werte sowie die SANs sind pro Webserver anzupassen.

Als Empfehlung für eine Institution kann hier natürlich auch eine allgemeine Regel für das Feld `emailAddress_default` zum Tragen kommen. Hier bietet sich die Verwendung von Funktions-E-Mailadressen an. Damit wäre nur noch der `commonName_default` pro Server vom Webserver-Administrator anzupassen.

Die Informationen der CA/RA erhält man unter dem jeweiligen URL:

- `http://ca.mpg.de/request`
- `http://ca.uni-goettingen.de/request`
- `http://ca.gwdg.de/request`

Man wird anschließend (nach Auswahl der RA) auf die Seiten des DFN umgeleitet.

3.3.3 Beispielhafte openssl-gwdg.cnf

```
#####
[ req ]
distinguished_name = req_distinguished_name

string_mask = nombstr

# The extensions to add to a certificate request
req_extensions = v3_req

# GWDG default options for certificate request
[ req_distinguished_name ]
countryName          = Country Name (2 letter code)
countryName_default  = DE
countryName_min      = 2
countryName_max      = 2

stateOrProvinceName  = State or Province Name (full name)
stateOrProvinceName_default = NIEDERSACHSEN

localityName         = Your City
localityName_default = GOETTINGEN

0.organizationName   = Organization Name (eg, company)
0.organizationName_default = Gesellschaft fuer wissenschaftliche Datenverarbeitung

commonName           = Your Webserver
commonName_max       = 64
commonName_default   = example.gwdg.de

emailAddress         = Your E-Mail
emailAddress_max     = 64
emailAddress_default = support@gwdg.de

## subjectAlternativeNames for your certificate, next to DNS: it can also be IP:
[ v3_req ]
subjectAltName = DNS:example.gwdg.de, DNS:www.example.gwdg.de,
DNS:www2.example.gwdg.de
#####
```

3.3.4 Das Feld „Subject Alternative Name“ (SAN)

Im Abschnitt [v3_req] in der `openssl-gwdg.cnf` werden nun die alternativen Namen, hier die Namen von weiteren virtuellen Webservern wie im Beispiel oben gezeigt, eingetragen. Folgende Werte sind zulässig:

- email:
- DNS:
- IP:
- URI:
- RID:
- Microsoft_GUID
- Microsoft_UPN

Die Werte sind mit Komma zu trennen. Hier am Beispiel eines Webserver sind aber nur `DNS:` und `IP:` wirklich sinnvoll. Sofern man weitere E-Mail-Adressen angeben möchte, ist noch `email:` relevant. In diesem Beispiel wird nur auf `DNS:` eingegangen, da es sich um namensbasierte virtuelle Webserver im Apache handelt.

Extrem wichtig ist zudem, dass auch der eigentliche Hauptwebserver (hier: `example.gwdg.de`) nochmals unter dem Bereich [v3_req], `subjectAltName` aufgeführt wird. Eine Angabe des Hauptwebserver im Feld `commonName` reicht bei SANs nicht aus. Der Grund dafür ist, dass diverse Browser nicht gut mit dem Auswerten des Feldes `commonName` und den SANs zurechtkommen. Viele Browser werten dann oft nur das SAN-Feld aus, was u. a. auch im beliebten Browser Firefox zu einem Fehler beim Aufrufen des Zertifikates führt, wenn der Hauptweb-

server nicht zusätzlich noch im Feld der SANs mit eingetragen ist. Um diesen Umstand zu umgehen, ist es sehr empfehlenswert, den `commonName` zusätzlich als weiteren SAN einzutragen.

3.4 Erstellen und Einreichen

Nachdem die `openssl-gwdg.cnf` unter `/etc/ssl/` entsprechend angepasst wurde, kann ein Zertifikatsantrag inklusive eines privaten Schlüssels mit folgendem Aufruf generiert werden:

```
openssl req -batch -newkey rsa:2048 -sha1
-keyout priv-key.pem -out certreq.pem
-config openssl-gwdg.cnf
```

Damit wird sowohl der private Schlüssel mit dem als derzeit sicher geltenden SHA1-Verschlüsselungsalgorithmus und einer Schlüssellänge von 2.048 Bit unter `priv-key.pem` gespeichert. Die DFN-PKI akzeptiert nur Anträge mit mind. 2048 Bit Schlüssellänge, Anträge mit kleinerer Schlüssellänge werden abgewiesen. Daneben wird der eigentliche Zertifikatsantrag als `certreq.pem` im aktuellen Verzeichnis (hier `/etc/ssl/`) gespeichert.

Wichtiger Hinweis: Beim Erzeugen des privaten Schlüssels wird noch ein Passwort zur Sicherung

als Eingabe auf der Kommandozeile erwartet. Dieses Passwort ist gut zu vermerken und keinesfalls öffentlich bekannt zu machen! Im späteren Verlauf, nach der Installation des Zertifikats, kann ohne dieses Passwort der Apache nicht mehr gestartet werden. Bei jedem Start des Apache wird nämlich erneut das Passwort für den privaten Schlüssel benötigt.

Daher sei an dieser Stelle auf die Möglichkeit verwiesen, das Passwort des privaten Schlüssels mit OpenSSL zu entfernen. Damit kann der Apache auch ohne Eingabe des Passwortes für den privaten Schlüssel gestartet werden. Aus Sicherheitsgründen sollte auf diese Möglichkeit aber verzichtet werden.

3.4.1 Überprüfen des Antrags auf Richtigkeit

Ob der Antrag korrekt erzeugt wurde, lässt sich dann wie folgt mit OpenSSL überprüfen:

```
openssl req -text -noout -in certreq.pem
```

In der Ausgabe sind die Werte unter `subject:` sowie `x509v3 subject Alternative Name:` auf Richtigkeit zu prüfen. Hier die Ausgabe als Beispiel mit obigem Befehl:

```

Certificate Request:
Data:
Version: 0 (0x0)
  Subject: C=DE, ST=NIEDERSACHSEN, L=GOETTINGEN, O=Gesellschaft fuer
wissenschaftliche Datenverarbeitung, CN=example.gwdg.de/emailAddress=support@gwdg.de
Subject Public Key Info:
  Public Key Algorithm: rsaEncryption
  RSA Public Key: (2048 bit)
    Modulus (2048 bit):
      00:c7:61:f4:e0:e8:cd:ea:8c:e2:5d:2a:80:d2:9f:
      e5:ce:17:59:6a:b3:ee:24:3a:f3:2d:ac:8d:45:6b:
      6f:60:45:6d:7b:5e:3c:9c:7b:ee:e6:9b:5c:0a:f8:
      7b:82:63:9b:03:d7:31:5e:5d:24:d5:bf:f8:f5:bb:
      78:e0:11:89:3b:63:a3:85:23:bb:5f:bf:05:25:af:
      4a:5b:50:5d:8e:05:39:ff:45:93:6f:1e:66:80:2a:
      35:a5:ca:52:8f:59:25:e3:11:dc:90:97:18:19:d2:
      12:60:9d:f0:08:52:1c:16:14:05:d8:ca:a1:56:ad:
      76:fa:5d:95:f2:ed:6e:98:14:99:0d:9e:2d:d4:d2:
      c7:a4:f3:d8:f4:76:55:0a:d0:2e:90:1a:e0:5a:87:
      d2:ff:a1:68:72:7a:19:58:62:2f:22:d8:f1:7e:67:
      e7:16:cd:68:ca:d5:bb:b5:85:96:c4:12:02:a8:a6:
      1a:4b:0d:9b:d0:85:e6:d6:ec:28:53:d0:a8:9c:a0:
      1c:1e:03:89:2e:88:f3:35:da:81:8e:74:32:24:a2:
      6a:71:8f:f3:df:f1:5e:1f:c7:da:96:ab:cf:9c:a1:
      4d:91:f3:aa:98:c9:06:51:a9:7f:23:b8:81:5d:c1:
      be:a1:c9:90:7e:d6:e5:f7:ee:c4:88:a5:89:e3:c9:
      2e:8b
    Exponent: 65537 (0x10001)
  Attributes:
  Requested Extensions:
    X509v3 Subject Alternative Name:
      DNS:example.gwdg.de, DNS:www.example.gwdg.de, DNS:www2.example.gwdg.de
  Signature Algorithm: sha1WithRSAEncryption
      28:df:3b:58:1b:e7:0e:f2:a0:66:66:8c:ca:f7:73:6b:4f:22:
      a0:20:ed:03:39:2d:dc:a2:e9:3f:d9:a7:7d:ba:1d:23:2f:cd:
      5b:cc:27:83:ab:cd:57:df:dc:0c:19:d8:ca:f1:85:48:d2:74:
      cf:7c:65:84:18:74:da:e6:6e:4c:7b:cf:66:b9:42:59:bc:86:
      6f:82:2a:3c:f6:26:d9:42:9b:96:7d:2d:08:f6:77:55:37:4f:
      4f:6b:46:57:56:98:05:47:ab:b0:4d:9e:c5:d9:a4:30:1f:93:
      b0:ab:3e:d1:30:ba:cd:2c:d3:8c:f1:fd:c4:89:31:4d:21:df:
      59:3c:4a:7c:16:a4:43:eb:44:9d:e8:24:4a:19:f5:40:a1:76:
      83:7e:0c:69:c2:f6:c9:4f:49:a4:0b:e1:3c:53:a1:3d:70:15:
      e3:50:c1:da:c7:50:bb:fa:bf:15:5c:51:5e:81:35:68:64:61:
      10:b9:b5:d0:e1:70:36:79:53:eb:1e:06:b5:5a:56:18:c3:f7:
      e8:dd:2a:76:8a:9f:9c:a7:1e:35:37:90:c9:8f:dc:bd:5c:7e:
      08:0f:11:be:ed:8c:2b:3e:69:ad:fd:27:f6:33:11:9a:bc:58:
      68:bd:2d:92:63:ff:e8:0e:2c:a5:43:14:d1:94:c4:1b:df:35:
      a4:13:95:e0

```

3.4.2 Einreichen des mit OpenSSL erzeugten Antrags

Das Einreichen des mit OpenSSL erzeugten Zertifikatantrags im PKCS10-Format erfolgt dann über die Webseite der CA bzw. der RA des jeweiligen Institutes.

Da in dem hier betrachteten Beispiel die Informationen aus der GWDG-CA eingetragen sind, wird der Antrag über folgende URL beim DFN eingereicht:

```

https://pki.pca.dfn.de/gwdg-ca/
  cgi-bin/pub/pki?cmd=pkcs10_
  req;id=1;menu_item=2&RA_ID=0

```

Weitere Angaben

Geben Sie hier Ihre Kontaktdaten ein. Diese Angaben werden nicht in das Zertifikat übernommen.

Name (Vor- und Nachname) *

E-Mail *

Abteilung

PIN (Mindestens 8 beliebige Zeichen) *

Nochmalige Eingabe der PIN zur Bestätigung *

Die PIN wird von Ihnen benötigt, wenn Sie Ihr Zertifikat sperren wollen oder um dieses einzulesen, wenn Sie einer Veröffentlichung nicht zustimmen. Bitte notieren Sie sich die PIN.

Ich stimme der [Zertifizierungsrichtlinie](#) zu. *

Ich stimme der [Veröffentlichung des Zertifikats](#) mit meinem darin enthaltenen Namen und der E-Mail-Adresse zu.

Sie können diese Einwilligung jederzeit mit Wirkung für die Zukunft durch eine E-Mail an pki@dfn.de widerrufen.

Anschließend sind die benötigten Informationen unter „Weitere Angaben“, wie im obigen Bild gezeigt, auszufüllen und der PKCS10-Antrag ist hochzuladen. Falls die PKCS10-Datei akzeptiert wurde, ist der Antrag auszudrucken und unterschrieben unverzüglich bei der jeweiligen CA oder RA einzureichen.

Damit ist das Zertifikat entsprechend den Richtlinien des DFN bis maximal fünf Jahre lang gültig. Ändert sich in dieser Zeit keine der SANs, so sollte kurz vor Ablauf der Frist erneut ein Antrag eingereicht werden. Der DFN weist aber auch, ca. vier Wochen vor Ablauf eines Zertifikates, per E-Mail nochmals entsprechend darauf hin.

Kommen im Laufe der Jahre doch neue SANs hinzu, kann nun wie nachfolgend beschrieben vorgehen werden.

3.5 Hinzufügen von neuen SANs

3.5.1 Eintragen der neuen SANs

Das Hinzufügen von SANs ist im vorliegenden Fall recht einfach. Es werden die neuen SANs komma-separiert in der Datei `openssl-gwdg.cnf` unter dem Punkt `[v3_req] subjectAltName` eingetragen. Nachfolgendes Beispiel soll dies verdeutlichen:

```
subjectAltName =
DNS:example.gwdg.de,
DNS:www.example.gwdg.de,
DNS:www2.example.gwdg.de,
DNS:www3.example.gwdg.de,
DNS:www4.example.gwdg.de
```

Wichtig ist, dass bestehende Angaben nicht geändert werden, sofern der entsprechende Webserver weiterhin existiert.

Ist der Webserver (also der SAN) nicht weiter verfügbar, sollte auch dies wiederum in der Datei reflektiert werden. In diesem Beispiel sollten nun aber zwei weitere virtuelle Webserver, ca. 14 Tage nach Erstausstellung des Zertifikates, hinzugefügt

werden. Dazu wurde die zweite Zeile einfach um die beiden neuen Webserver `www3.example.gwdg.de` und `www4.example.gwdg.de` ergänzt.

3.5.2 Ausstellen des neuen Zertifikatantrags mit gleichem privatem Schlüssel

Um den privaten Schlüssel für das erneute Ausstellen des Zertifikates, jetzt aber mit geänderten SANs, zu verwenden, ist folgender Befehl nötig:

```
openssl req -batch -new -sha1 -key priv-key.pem -out certreq2.pem -config openssl-gwdg.cnf
```

Der Grund für dieses Verfahren ist leicht nachvollziehbar. Der private Schlüssel kommt bereits im Apache wegen des aktuellen Zertifikates zum Einsatz. Damit der Webserver-Administrator nicht bei jeder Änderung im Zertifikat auch den privaten Schlüssel tauschen muss, wird dieser hier mit angegeben. Der neue Zertifikatantrag sollte einen eindeutigen Namen haben, um einen evtl. bestehenden Zertifikatantrag aus Sicherheitsgründen nicht zu überschreiben.

3.5.3 Erneutes Einreichen des geänderten Antrags bei der RA oder CA

Dieser Punkt ist identisch mit der Vorgehensweise wie im Abschnitt „Einreichen des mit OpenSSL erzeugten Antrags“ beschrieben.

Es sollte aber nach erfolgreicher Installation des neuen Zertifikates eine Nachricht an die CA/RA Administratoren erfolgen, so dass das alte Zertifikat gesperrt werden kann.

3.6 Übernahme aktueller Zertifikatdaten zur weiteren Verwendung

Um gerade bei größeren, bereits bestehenden Zertifikaten nicht alles erneut für eine Erweiterung oder Änderung einzeln abtippen zu müssen, bietet sich folgende Lösung an. Es werden einfach das aktuelle Zertifikat mit OpenSSL ausgelesen und die nöti-

gen Informationen über die `subjectAlternativeNames` direkt in die neue `openssl-gwdg.cnf` integriert.

```
openssl x509 -text -noout -in aktuelles-
zertifikat.pem |grep DNS >> openssl-
gwdg.cnf
```

Anschließend muss dann die Datei entsprechend mit einem Editor bearbeitet werden und evtl. Leerzeichen oder Zeilen entfernt werden. Danach kann wie im Punkt „Hinzufügen von neuen SANs“ verfahren werden und der neue Zertifikatantrag entsprechend eingereicht werden.

3.7 Fazit

Durch die Möglichkeit, Zertifizierungsanträge mit „Subject Alternative Name“ für virtuelle Webserver auf Basis von OpenSSL für die DFN-PKI zu erzeugen ergeben, sich einige Vorteile. Für Webserver-Administratoren, die viele virtuelle Webserver betreuen und ständig neue SANs benötigen, ist es nun sehr einfach, ihre Zertifikate selbst zu verwalten. Sie können sofort bei Bedarf ohne größeren Umstand Zertifikate mit den neuen SANs erzeugen und einreichen. Die CA/RA-Administratoren wiederum müssen sich nun nicht mehr mit dem Eintragen der neuen SANs oder dem Löschen selbiger beschäftigen, sondern können einfach und schnell das neue Zertifikat ausstellen und das alte, nach Rückmeldung durch die Webserver-Administratoren, sperren. Damit wird auf beiden Seiten der Aufwand minimiert und die Zeit vom Beantragen bis

zum Ausstellen sowie der Installation erheblich verkürzt.

3.8 Links zum Thema für diesen Artikel

Namensbasierte virtuelle Webserver:

```
http://httpd.apache.org/
docs/2.2/de/vhosts/
```

Fragen und Antworten zur DFN-PKI:

```
https://www.pki.dfn.de/index.php?
id=faqpki
```

Zertifikatanträge mit OpenSSL erstellen:

```
http://www.gwdg.de/index.php?id=1771
```

Struktur eines X-509-v3-Zertifikates:

```
http://de.wikipedia.org/wiki/
X.509#Struktur_eines_X-509-v3-
Zertifikats
```

VhostTaskForce:

```
http://wiki.cacert.org/VhostTaskForce
```

3.9 Diesen Artikel online lesen

Parallel zur Veröffentlichung in den GWDG-Nachrichten wird dieser Artikel auch im Wiki der GWDG unter folgender URL zur Verfügung stehen:

```
http://wiki.gwdg.de/index.php/
Erzeugung_von_Zertifikatsantraegen
_mit_Subject_Alternative_Name_fuer
_virtuelle_Webserver_auf_Basis_von
_OpenSSL_fuer_die_DFN-PKI
```

Scheller

4. Heinz Billing – der Erbauer der ersten deutschen Elektronenrechner (Teil 2)

Fortsetzung des in den GWDG-Nachrichten 4/2010 begonnenen Artikels

4.1 Neue Technologien

Neben der Fertigstellung der G2 war das Hauptarbeitsfeld der Arbeitsgruppe „Numerische Rechenmaschinen“ Heinz Billings die Planung der G3 und damit die Beschäftigung mit einem wesentlichen Bauelement der G3, dem Ferritkern. Ferritkerne können Elektronenröhren und Dioden sowohl in den Logikschaltungen als auch im Speicher ersetzen. Getestet werden Kerne aus aus metallischem Material gewickelten Bandkernen (Typ 5000 Z der Firma Haeräus) und Ferritkerne der amerikanischen Firma General Ceramics Corp.. „Wegen der Wichtigkeit dieser Kerne für den Rechenmaschinenbau haben wir die deutsche Firma Dralowit ermutigt, die Entwicklung und Produktion derartiger Kerne aufzunehmen und es steht zu hoffen, daß brauchbare

Kerne bald auch in Deutschland erhältlich sein werden. Wir planten zunächst einen Speicher mit 256 Wörtern à 40 Bits. Anfangs waren Kerne mit 6 mm Außendurchmesser aus den USA im Test. Diese haben ein Ferritvolumen von 22 mm³. Bei 40 in Serie liegenden Kernen erreicht man eine Schaltzeit von 10 µsec. Von den neuesten aus den USA gelieferten Kernen mit 3 mm Außendurchmesser und 1,5 mm³ Volumen versprachen wir uns eine wesentlich geringere Schaltzeit.“¹

Weil für die Techniken, die vorgesehen waren, um die G3 schnell und leistungsfähig zu machen, noch nicht ganz die Zeit reif war, wurde zunächst eine

1. Zitiert aus Heinz Billings Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf

Weiterentwicklung der G1 mit den neu zur Verfügung stehenden Technologien ins Auge gefaßt.

Geplant wurde eine lochstreifengesteuerte Serienmaschine mit der Arbeitsgeschwindigkeit der G2 und etwa gleich großem Hauptspeicher, wiederum einem Magnettrommelspeicher. Wesentliche Neuerungen waren die Zahlendarstellung mit Gleitkomma, eine wesentlich größere Wortlänge und maximale Flexibilität in der durch eine Mikroprogrammierung zu erreichenden Befehlsausstattung.

4.2 Die G1a

Vom Konzept her wurde ein verbesserter Nachbau der G1 entwickelt. Es meldeten sich eine ganze Reihe von Interessenten für diese Maschine, so dass man den Bau von drei Exemplaren plante. Bei gleichem Organisationsschema und Materialaufwand wie bei der G1 war es nach den Erfahrungen mit dieser kleinen Maschine möglich, nun einen deutlich leistungsfähigeren Rechner zu bauen. Die drei Exemplare sollten planmäßig 1955 fertig werden.

Die starre Steuerung der Maschine von Lochstreifen sollte dadurch flexibler werden, dass zehn Lochstreifenleser vorgesehen wurden. Ein spezielles Speicheraufrufsystem zur Spuransteuerung auf der Magnettrommel diente mit der deutlich größeren Speicherkapazität der Trommel ebenfalls zur Erhöhung der Flexibilität der Rechenmaschine.

4.2.1 Wilhelm Hopmann

Die G1a wurde ab 1953 unter Heinz Billings Leitung von Wilhelm Hopmann entwickelt und gebaut.

Wilhelm Pius Karl Melchior Hopmann wurde 1924 geboren. Er war Sohn des Astronomen Josef Hopmann und wurde Physiker. Er starb im Jahre 2002.

4.2.2 Zahlensystem und Befehle

Mit ihrer Wortlänge von 60 Bits kann die G1a Gleitkommazahlen mit einer Mantisse von ca. 13 Dezimalstellen darstellen. Die Mantisse ist stets kleiner als Eins und der Exponent kann zwischen +38 und -38 (dezimal) liegen. Intern arbeitet die Maschine mit 43 Dualstellen in der Mantisse und einem Exponenten von 7 Bit (zwischen 2^{-127} und 2^{+127}). Per Befehl kann auf Betrieb mit mehr als doppelter Genauigkeit (103-stellige Mantisse) umgeschaltet werden, wobei jeweils zwei Sektoren im Trommelspeicher zusammengefasst werden. Des weiteren kann per Befehl auf Rechnen mit festem Komma umgeschaltet werden, wobei eine erhöhte Genauigkeit möglich wird.

Die Aus- und Eingabe von Zahlen erfolgt in der Form „Mantisse – Mantissenvorzeichen – Exponen-

tenvorzeichen – Exponent“, wobei das Komma vor der ersten Mantissenstelle liegt. Es bedeutet also z. B. „1548923556p/14“ die Zahl „+0,1548923556*10⁻¹⁴“.

Aus der Befehlsliste sei beispielhaft der Befehl zum bedingten Sprung (Befehl 27, Symbol „c“) herausgegriffen. Er umfasst die folgenden neun Variationen:

- c0: Ende Sprung
- c1: springe bis zum nächsten c0, wenn Exponent im Akkumulator negativ
- c2: überspringe den nächsten Befehl, wenn Akkumulator negativ
- c3: springe bis zum nächsten c0, wenn Akkumulator negativ
- c4: überspringe den nächsten Befehl, wenn die zuletzt aus dem Speicher gelesene Zahl gekennzeichnet war¹
- c5: springe bis zum nächsten c0, wenn die zuletzt aus dem Speicher gelesene Zahl gekennzeichnet war
- c6: überspringe den nächsten Befehl, wenn Schalter² „Bed. Sprung I“ eingeschaltet
- c7: springe bis zum nächsten c0, wenn Schalter „Bed. Sprung II“ eingeschaltet
- c8: überspringe den nächsten Befehl
- c9: springe bis zum nächsten c0

Die Möglichkeit, den Programmablauf von der Stellung eines Schalters am Bedienungsfeld abhängig zu machen, ergab z. B. die Möglichkeit, ein Programm an bestimmten Stellen anzuhalten („Bedarfshaltestelle“).

Die arithmetischen Befehle, einschließlich der Quadratwurzel, entsprachen denen der G1. Zur Beschleunigung der Multiplikation wurden je Schritt gleich zwei Partialprodukte zum Akkumulator addiert. Das erbrachte eine Multiplikationszeit von weniger als 20 msec.

Das Ausgaberegister eröffnete wie bei der G2 die Möglichkeit, Befehle während des Programmablaufs zu verändern: Für eine lochstreifengesteuerte Maschine ein besonderes Merkmal, Befehlsbestandteile wie Zykluslängen, Spurwählerpositionen oder die Nummer des Lochstreifenlesers zur Auswahl eines Unterprogramms oder einer Zahlenkolonne während des Programmablaufs zu verändern.

-
1. Die Kennzeichnung einer Zahl erfolgt durch Setzen des Kennzeichen-Bits (wie bei der G2)
 2. Schalter am Bedienungsfeld

4.2.3 Der Magnettrommelspeicher

Die Magnettrommel dient zur Zahlenspeicherung, nicht zur Speicherung des Programms. Auf 30 Spuren können je 60 Zahlen mit 60 Bits gespeichert werden (Kapazität: 1.800 Zahlen). Eine Speicheradresse im Befehlsword besteht aus drei Dezimalziffern hinter dem Operationssymbol. Die ersten beiden Ziffern geben den Sektor in der aufzurufenden Spur an, die dritte aber nicht die Spur, sondern die Nummer eines von zehn Schaltrelais, das den ihm zugehörigen 30-teiligen Wähler anschaltet (siehe Abb. 1). Jeder Wähler kann nun auf jede Spur des Hauptspeichers geschaltet werden. So bedeutet z. B. der Befehl „+347“: Addiere die Zahl aus Sektor 34 der an Wähler 7 liegenden Spur in den Akkumulator. Welche Spur das nun ist, wird vor oder während der Rechnung mit einem Einstellbefehl festgelegt.

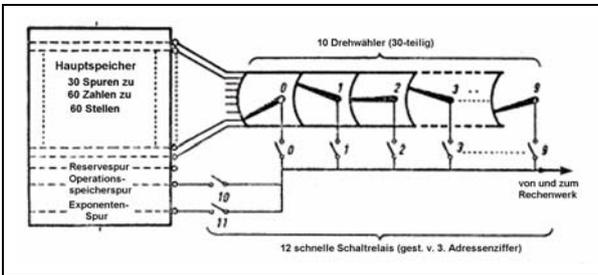


Abb. 1: Das Speicheraufrufsystem der G1a

Eine weitere Spur auf der Trommel ist der Operationsspeicher mit Platz für 40 Zahlen: Zwischenwerte und Konstanten. Er wird automatisch aufgerufen, wenn ein Sektor zwischen 60 und 99 befohlen wird; er benötigt also nur eine zweistellige Adresse.

Eine 32. Spur der Trommel enthält Konstanten, die intern bei der Ein- und Ausgabe benötigt werden (Dual-Dezimal-Umwandlung).

Auf weiteren Spuren der Trommel liegen die Umlaufregister von doppelter Wortlänge für Akkumulator, Multiplikandenregister (das zusätzlich die Funktion des Verteilers der G1 hat), des Multiplikatorregisters und des Ausgaberegisters, das nach dem Vorbild der G2 die im Akkumulator konvertierte Zahl an die Schreibmaschine oder den Lochstreifenstanzer ausgibt.

4.2.4 Ein-/Ausgabe

Befehlseingabe über elektrische Schreibmaschine

Wie bei der G1 können Befehle und Zahlen von der Tastatur der Schreibmaschine direkt in das Rechenwerk eingegeben werden. Wird gleichzeitig ein Lochstreifen gestanzt, um ein Programm-Lochband zu erzeugen, hat man gleichzeitig die Rechenkontrolle, es wird somit „interaktiv“ programmiert.

Die Lochstreifenleser als Befehlspeicher

Die Programmeingabe geschieht über photoelektrische Lochstreifenleser, die wesentlich die Rechengeschwindigkeit der Maschine bestimmen. Ein Lochstreifenleser empfängt das Hauptprogramm, mit den anderen 9 Geräten können neun Unterprogramme eingearbeitet werden. Lochstreifenlängen von etwa 2 Metern gelten als gut handhabbar, pro Meter Lochstreifen sind etwa 100 Befehle gespeichert.

Da es noch keine ausreichend schnellen Lochstreifenleser zu kaufen gab, wurden diese selbst entwickelt. Als Antrieb benutzte man den Motor des Siemens-Motordrehwählers und erreichte so die Arbeitsgeschwindigkeit des Rechners von ca. 10 bis 20 Operationen pro Sekunde.

Ausgabe über elektrische Schreibmaschine

Die Ausgabe von Resultaten auf der elektrischen Schreibmaschine erfolgt mit etwa 10 bis 17 Ziffern pro Sekunde. Resultate, die wieder in der Maschine verwendet werden sollen, können mit dem an die Schreibmaschine angeschlossenen Locher gleichzeitig auf Lochstreifen ausgegeben werden.

4.2.5 Das Rechenwerk

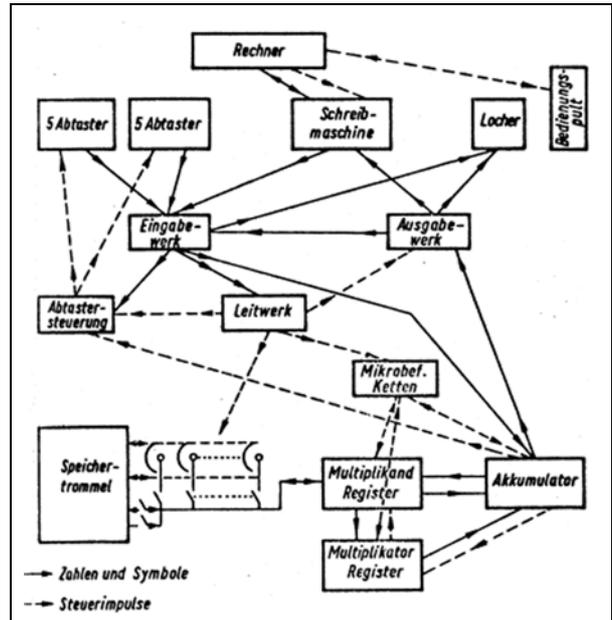


Abb. 2: Das Organisationsschema der G1a

Das Rechenwerk ist wie bei der G1 aus den drei Registern Akkumulator, Multiplikandenregister und Multiplikatorregister aufgebaut, die unter Verwendung jeweils einer Trommelspeicherspura als dynamisches Register funktionieren. Das Multiplikandenregister ist auch das Verbindungsglied zum Speicher.

Zur Beschleunigung der Multiplikation werden mit jedem Schritt gleich zwei Partialprodukte in den Akkumulator addiert. Dieser hat darum ein Serienaddierwerk mit drei Summandeneingängen. Das Multiplizierenregister hat ebenfalls ein Addierwerk, um die Multiplikation mit 10 für die Ausgabe und die Addition der Exponenten der Faktoren bei der Multiplikation durchzuführen.

4.2.6 Mikroprogramm-Steuerwerk

Die Steuerung des Rechenwerks erfolgt in Mikroprogrammierung über aus Ferritkernen aufgebaute magnetostatische Ketten. Jeder Befehl ist aus Teiloperationen aufgebaut, die, sofern benötigt, der Reihe nach aktiviert werden. Jeder Operation ist eine Kette zugeordnet; eine weitere Kette mit 120 Gliedern wird, als Ringzähler geschaltet, zur Synchronisation des Rechenwerks mit der Trommel verwendet.

Die Ausführung der Makrooperation „Multiplikation“ mit Hilfe einer Reihe von Mikrooperationen soll hier beispielhaft erläutert werden.

Hier ein Auszug aus dem Vorrat der vorhandenen Mikrooperationen:

- 1: bringe Zahl aus der im Makrobefehl angegebenen Speicherzelle zum Multiplizieren-Register Md
- 2: bringe Zahl aus Akkumulator zum Multiplikatorregister Mr
- 3: frage höchste Stelle des Multiplikatorregisters ab, ob dort eine 1 steht
- 4: addiere Zahl aus Md zur Zahl im Resultatregister Akk
- 5: verschiebe Zahl in Md um eine Stelle nach rechts
- 6: verschiebe Zahl in Mr um eine Stelle nach links
- 7: frage ab, ob Aufsummierung der Partialprodukte beendet
- 60: Makrooperation beendet

Und so läuft die Makrooperation „Multiplikation“ als Folge von Mikrooperationen ab:

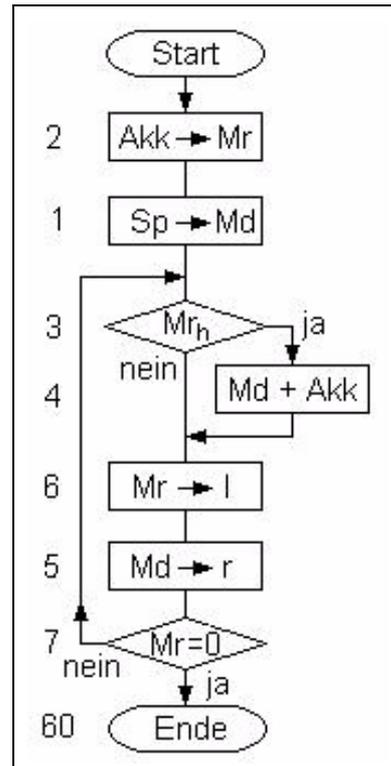


Abb. 3: Schema der Mikrooperationsfolge für „Multiplikation“

Bei der Mikroprogrammierung werden den einzelnen Mikrooperationselementen nacheinander Impulse in einer Reihenfolge zugeleitet, die durch die Art der jeweiligen Makrooperation bestimmt ist.

Magnetische Induktion

Hier muss nun kurz eine Erläuterung der Arbeitsweise von Ferritkernen eingeschoben werden:

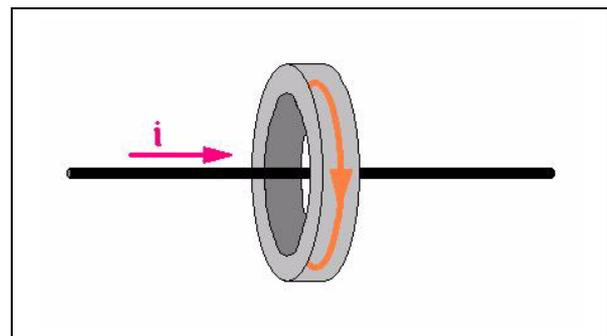


Abb. 4: Magnetischer Fluss

Um einen stromdurchflossenen Draht bildet sich ein ringförmiges Magnetfeld, das in einem Ferritkern einen magnetischen Fluss erzeugt. Bei einer bestimmten Stromstärke gerät der magnetische Fluss in die Sättigung, eine permanente Magnetisierung des Ringkerns (im Uhrzeigersinn oder gegen

den Uhrzeigersinn, je nach Stromrichtung) bleibt bestehen.

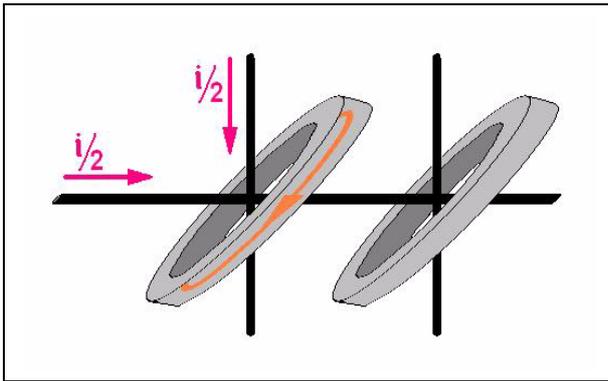


Abb. 5: Halbstromverfahren

Führt man zwei Drähte durch den Ferritkern, gerät nur der magnetische Fluss in dem Kern, durch den zwei Ströme sich zu dem Strom addieren, der zur Sättigung führt, in die Sättigung.

Führt man nun noch eine Drahtschleife um den Ferritkern, wird in dieser ein Stromimpuls induziert, wenn sich der magnetische Fluss im Kern in seiner Drehrichtung ändert.

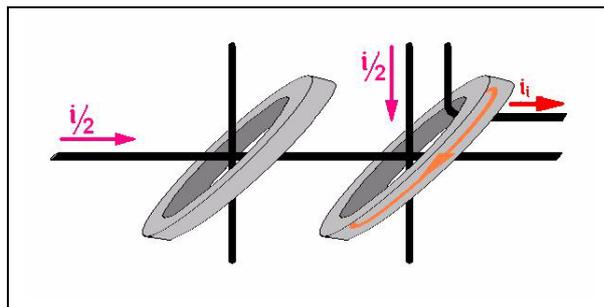


Abb. 6: Induzierter Stromimpuls

Da dieser „Leseimpuls“ i_i nur entsteht, wenn der Kern ummagnetisiert wird (sich die Flussrichtung ändert), ist er Ausdruck der in ihm gespeicherten Information. In einem Speicherkern muss nach dem Lesen (das den Kern ummagnetisiert hat) die ursprüngliche Information wieder eingelesen werden. Ein „Lese-Rückschreib-Zyklus“ ist erforderlich.

Matrix-Steuerwerk

Zur technischen Realisierung der Mikroprogrammierung wird in der G1a das Ferritkern-Matrix-Verfahren verwendet. Die Entschlüsselung des Makrobefehls wird mit Hilfe einer quadratischen Matrix aus Ferritkernen durchgeführt (linke Seite von Abb. 7; zur Vereinfachung der Darstellung enthält sie nur

maximal 16 Ferritkerne und könnte damit nur 16 Schlüsselzahlen auflösen).

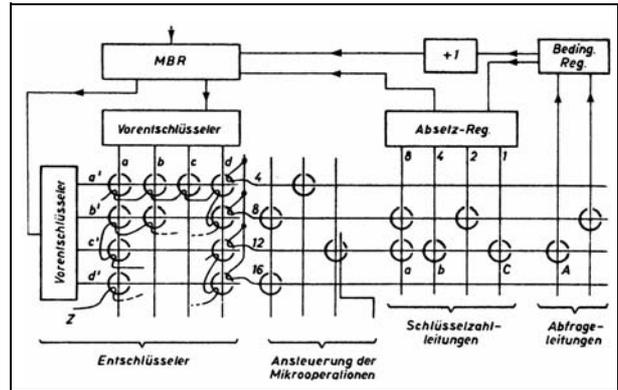


Abb. 7: Schaltenschema eines Matrix-Steuerwerks mit Ferritkernen

Wenn durch je eine der Leitungen a...d und a'...d' nur die Hälfte des zum Ummagnetisieren eines Kernes nötigen Stroms geschickt wird, dann wird nur der Kern an der Kreuzung beider Leitungen ummagnetisiert. Das aufzurufende Leitungspaar wird vom Mikrobefehlsregister (MBR) über die beiden Vorentschlüsseler festgelegt. Das Ummagnetisieren eines Kernes der Matrix erzeugt in der an den Kern angeschlossenen Leitung (diese sind nur für die Kerne 4, 8, 12 und 16 der letzten Spalte in Abb. 7 gezeichnet) einen Stromimpuls. Diese Ausgangsleitungen des Entschlüsseler sind nun mit den Ansteuerleitungen für die Ausführung der Mikrooperation gekreuzt. An jeder Kreuzungsstelle, an der von einer Ausgangsleitung des Entschlüsseler aus eine Mikrooperation ausgelöst werden soll, sind beide Leitungen durch einen weiteren Ringkern gesteckt, der sie damit induktiv miteinander verbindet.

Wenn von einem Entschlüsselerausgang gleichzeitig mehrere Mikrooperationen ausgelöst werden sollen (z. B. könnten im oben erwähnten Beispiel der Multiplikation die Mikrobefehle Nr. 5 und Nr. 6 gleichzeitig gegeben werden), so können deren Ansteuerleitungen auch durch einen gemeinsamen Kern mit dem Entschlüsseler verkoppelt werden (in der Bildmitte von Abb. 7).

Im Allgemeinen wird man die Verkoppelung der Entschlüsselerausgänge mit den Ansteuerleitungen so anordnen, dass die Folge der Schlüsselzahlen für die Mikrobefehle einer Makrooperation eine natürliche Zahlenfolge darstellt. Man braucht dann nur mit jedem Mikrobefehl die Schlüsselzahl im Mikrobefehlsregister um eins zu erhöhen.

Wo dies nicht möglich ist, kann man eine beliebige Zahl als nachfolgende Schlüsselzahl aufrufen, indem man die betreffende Ausgangsleitung des Entschlüsseler mit den zum Absetzregister führenden Schlüsselzahlleitungen in geeigneter Weise

verkoppelt. Das Absetzregister ist ein paralleles duales Register mit den Stellenwerten 1, 2, 4, 8, In Abb. 7 wird z. B. von der Ausgangsleitung Nr. 12 des Entschlüssellers über die Kerne a, b und c im Absetzregister die duale Schlüsselzahl 1101 (= 13) abgesetzt. Verzweigungen werden dadurch ermöglicht, dass nach Ablauf einer Grundzeit entweder die Schlüsselzahl aus dem Absetzregister zum Mikrobefehlsregister übertragen oder die alte Schlüsselzahl im Mikrobefehlsregister um Eins erhöht wird. Die Entscheidung kann getroffen werden unter Verwendung eines weiteren Koppelkernes auf der Ausgangsleitung des Entschlüssellers (in Abb. 7 Kern A). Der dadurch auf einer Abfrageleitung induzierte Impuls wird durch feste Verdrahtung demjenigen Element im Bedingungsregister oder an anderer Stelle in der Rechenmaschine zugeleitet, von dessen Zustand die Entscheidung abhängen soll und somit für die Entscheidung wirksam gemacht.

Die Kerne der Entschlüsselmatrix werden durch eine gemeinsame Leitung vor der Aufnahme des nächsten Mikrobefehls wieder zurückmagnetisiert. Durch den dabei in der Sekundärwicklung erzeugten Stromimpuls werden damit auch die Verkopplungsringkerne zurückmagnetisiert.¹

4.2.7 Rechengeschwindigkeit

Da die Befehlssteuerung der G1a vom Lochstreifen aus geschieht, ist die Lesegeschwindigkeit ausschlaggebend für die Rechengeschwindigkeit der Maschine. Um die unterschiedliche Verarbeitungszeit von Befehlen auszugleichen, ist die Eingabe-seite der Maschine so ausgelegt, dass bei den arithmetischen Operationen nach dem Lesen des beteiligten Operanden aus dem Speicher die Eingangsstufe der Mikrobefehlsketten sowie die Speicherwahlvorrichtungen schon den nächsten Befehl aufnehmen können.

4.2.8 Daten der G1a

Arbeitsweise:

- seriell

Informationsdarstellung:

- Wortlänge: 60 Bits
- Zahlensystem: dual mit dezimaler Ein-/Ausgabe
- Zahlenbereich: $2^{-128} < |x| < 2^{+128}$
- Gleitkomma
- Mantisse: 43 Bits (10 Dezimalstellen)
- 2 Bits Zahlen-Vorzeichen

1. Auszüge aus: H. Billing und W. Hopmann: „Mikroprogramm-Steuerwerk“ in Elektronische Rundschau, Heft 10 (1955)

- Exponent: 7 Bits
- 2 Bits Exponenten-Vorzeichen

Befehle:

- ähnlich G1, aber umfangreicher
- Anzahl: 45
- Einadressbefehle
- Befehlseingabe: 45 Befehle durch 45 Schreibmaschinentasten oder Lochstreifen eingebbar
- Lochstreifen-Abtaster liest während der Ausführung eines Befehls den nächsten
- Rechnen mit doppelter Wortlänge möglich
- Befehle zur Adressmodifikation

Trommelspeicher:

- 3.000 Umdrehungen/min
- Kapazität: 1.840 Wörter
- Spurenzahl: 38
- Anz. Wörter pro Spur: 60 auf 30 Spuren
- Anz. Wörter pro Spur: 40 auf 1 Spur
- 2 Spuren mit Hilfsgrößen
- 4 dynamische Register

Rechenzeiten (Gleitkomma, ohne Zugriffszeit):

- Addition: $2 + 0,66 n$ msec; (n = Differenz der Exponenten bei Addition und Multiplikation)
- Multiplikation: $18 + (n-m/2) 0,66$ msec (ca. 35 msec); (m = Zahl der unbedeutsamen Nullen am Ende des Multiplikators)
- Division: 31 msec
- Quadratwurzel: ca. 45 msec

Taktfrequenz:

- 180 kHz

Mittlere Operationsgeschwindigkeit (einschließlich Befehlsablesung):

- 15 - 20 Op/sec

Ein-/Ausgabe:

- 10 Lochstreifenleser (200 Z/sec)
- 1 Lochstreifenstanzer (50 Z/sec)
- 1 Schreibmaschine (13 Z/sec)

Bauelemente:

- 520 Röhren
- 35 Relais
- 10 Drehwähler

Betriebszeit:

- Am Anfang 300 bis 400 Betriebsstunden im Monat, ab Herbst 1958 ca. 700 Betriebsstunden (von 720 überhaupt möglichen).

4.2.9 Betriebssicherheit

Mit 70 - 80% nutzbarer Rechenzeit war die Betriebssicherheit der G1a geringer als erhofft. Paritätsprüfungen im Speicherwerk und im Lochstreifensystem verhinderten immerhin Rechenfehler.

Ein Pannenmanagement war notwendig, denn die Röhrenlebensdauer betrug im Schnitt nur 2.000 Stunden, bei 500 Röhren bedeutet dies alle vier Stunden eine Störung.

„Die Hälfte dieser Pannen ließ sich vermeiden durch die vorsorgliche Wartung am Sonnabend Vormittag. Erst wurde die Heizspannung aller Röhren gesenkt, dabei fielen diejenigen auf, die taub wurden. Das waren nach drei Jahren gut die Hälfte aller Röhren. Die Röhren hielten also in unseren Schaltungen länger als garantiert. Dann kamen die Gleichspannungen dran. Auch die wurden um 10 % gesenkt, erst die negativen, dann die positiven, dann beide Polaritäten. Dabei fielen die gealterten Widerstände vor allem der Flip-Flops auf.“¹

4.3 Betrieb der drei G1a-Rechner

Es waren vielerlei Schwierigkeiten zu überwinden, so dass der geplante Fertigstellungstermin (1956) nicht erreicht werden konnte (1956 verzögerte sich der Bau aufgrund vielerlei Schwierigkeiten): Das erste Exemplar wurde erst im Herbst 1958 „einigermaßen“ fertig.

Konrad Zuse, der daran dachte, die G1a als seinen ersten elektronischen Computer zu übernehmen, ließ diesen Gedanken wieder fallen.

Heinz Billing empfand die G1a als das „Schmerzenskind“ seiner Rechnerentwicklungen: Es wurde viel zu spät fertig und war dann vom Konzept her schon völlig überholt.

4.3.1 Die Göttinger G1a

Das erste Exemplar der G1a verblieb in Göttingen beim Max-Planck-Institut für Strömungsforschung und war vom Herbst 1958 bis 1968 in Betrieb, betreut vom Diplom-Physiker W. Schneeweiss.

Eberhard von König, der Rechenzentrumsleiter im Max-Planck-Institut für Strömungsforschung, berichtet: „Ein Exemplar einer verbesserten Ausführung der G1 wurde vom Institut käuflich erworben. Diese G1a, auch GB61 genannt („Geht besser seit 1961“, Anspielung auf mehrere Jahre währende Arbeiten bis zur Übergabe der funktionstüchtigen Anlage an das Institut), wurde noch bis über die Mitte der sechziger Jahre hinaus eingesetzt. Mit ihren zehn Lochstreifenlesern zum Abtasten eines Hauptprogramms mit bis zu neun Unterprogrammen, also mit Programmsteuerung, aber ohne Speicherung des Programms, war sie in dieser Zeit allerdings schon ein Anachronismus. Als Datenspeicher verwendete sie eine von Billing entwickelte Magnettrommel. Auf der G1a wurde von 1960 bis 1968 gerechnet.“²

4.3.2 Die Jülicher G1a

Die zweite G1a ging an das im Aufbau befindliche Institut für Kernfusion in Aachen und wurde später in Jülich installiert. Mit dieser Maschine wechselte Wilhelm Hopmann auch sein Arbeitsumfeld von Göttingen nach Aachen bzw. Jülich. In Jülich war die Maschine bis zum Sommer 1961 im Einsatz und wurde dann an ein Gymnasium in Neuß als Anschauungsmodell gegeben. Dort ließ man sie noch häufig rechnen, Wilhelm Hopmann musste viele Male zu Reparatursinsätzen dorthin fahren.

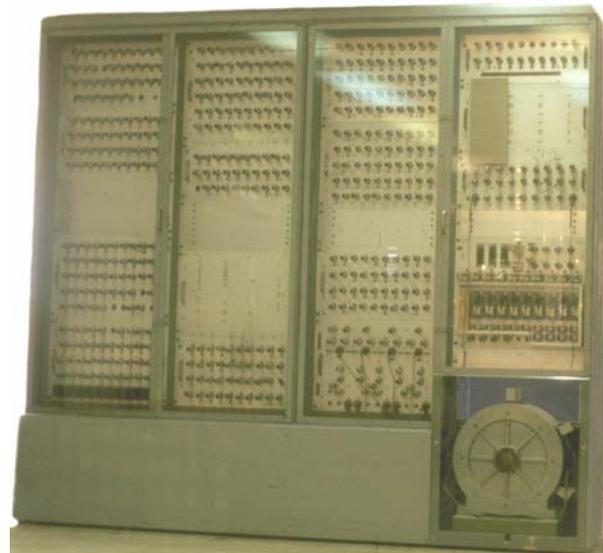


Abb. 8: Die G1a im Deutschen Museum in München

1987 gelangte die G1a in die Informatik-Ausstellung des Deutschen Museums in München.

1. Heinz Billing in seiner Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf

2. Zitat aus: 50 Jahre Max-Planck-Institut für Strömungsforschung Göttingen 1925-1975

4.3.3 Die Helsinki-G1a

Im Frühjahr 1954 begann das finnische „Komitee für Mathematische Maschinen“ (Matematiikkakomitea) zu prüfen, wie für Finnland ein elektronischer Computer beschafft werden könnte. Man entschied schnell, die Göttinger Rechenmaschine G1a zu kopieren. Man plante, sie in Helsinki innerhalb von höchstens 18 Monaten zu bauen und dabei finnische Ingenieure zu Computer-Spezialisten auszubilden.

Das Max-Planck-Institut für Physik in Göttingen hatte die Pläne angeboten, nach denen die Finnen ohne eine Zahlung eine G1a in Finnland für ihre Verwendung bauen dürften. Was die Finnen zu diesem Zeitpunkt nicht wussten, war: Die Pläne waren noch in der Entwicklung, längst nicht endgültig.

Im Winter gingen die beiden finnischen Ingenieure Hans Andersin und Tage Carlsson nach Göttingen, um dort „Computer Technologie“ zu studieren, d. h., sie wirkten mit beim Bau der Göttinger G1a. Nach einem Jahr Mitarbeit bei Wilhelm Hopmann fuhren sie mit den kostenlos überlassenen Plänen und einigen bereits fertigen Teilen, wie z. B. dem Trommelspeicher und manche weiteren Spezialteile, zurück nach Helsinki. Sie haben ihre Version der G1a, die „ESKO“ genannt wurde (Elektronischer Serieller Computer), dann in Helsinki zu Ende entwickelt und zum Laufen gebracht.

Aufgrund der Verzögerungen gelang es nicht, die G1a als ersten Computer in Finnland in Betrieb zu nehmen. Die staatliche finnische Postsparkasse bestellte Ende 1957 einen IBM 650 Magnettrommelrechner. 1958, als man meinte, mit der G1a/ESKO fast fertig zu sein, verzögerte sich der Bau wiederum und IBM, die sich bemühten, besonders schnell zu liefern, konnten die IBM 650 als ersten Computer in Finnland installieren. Er wurde „Ensi“ genannt (der Erste).

Die G1a/ESKO ging 1960 im neuen Rechenzentrum der Universität von Helsinki in Betrieb. Sie wurde nur bis 1962 genutzt, denn sie war sehr unzuverlässig.

4.4 Erfahrungsaustausch

Im März 1953 tagte in Göttingen die Kommission „Rechenanlagen“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit 126 Teilnehmern. Unter den Vortragenden: Konrad Zuse berichtete über die im Bau befindliche Z5, Arnulf Schlüter¹ über die Berechnung der Bahnen geladener Teilchen im Erdmagnetfeld auf der G1, Reimar Lüst² zeigte, wie man Rechenmaschinen das Wurzelziehen beibringt.

Von den mit der G1a gemachten Erfahrungen mit neuen Bauteilen wie neue Röhren, Kristalldioden und Ferritkernen profitierte die Entwicklung der G3, aber auch der Röhrenrechner von Konrad Zuse, die Z22: Zuse erhielt erprobte Dimensionierungen von Flip-Flops, Magnetköpfen und Schieberegistern sowie eine Magnettrommel.

Im Februar 1955 schlossen die Max-Planck-Gesellschaft und die ZUSE KG einen Vertrag mit dem Ziel, Zuse beim Einstieg in die für ihn neue Technik zu helfen. „Wir legten ihm alle Schaltungen mit Dimensionierungen offen, überließen eine Magnettrommel und besuchten ihn und seine Entwicklungsingenieure so oft es erwünscht wurde.“³

4.5 Die G3

4.5.1 Beginn mit der G3

„Vorarbeiten und Planungen zu einer schnellen Rechenmaschine begannen bereits 1953. Gegenüber G1 und G2 sollte die Maschine ein paralleles Rechenwerk bekommen, d. h. die Bits einer Zahl würden nicht (seriell) nacheinander, sondern (parallel) gleichzeitig addiert. Das erfordert, daß für jede Binärstelle im Rechenwerk eigene, parallel arbeitende Konstruktionsglieder vorhanden sein müssen. Der Vorteil zur Steigerung der Rechengeschwindigkeit läßt sich allerdings nur dann wirklich nutzen, wenn man auch einen schnellen Arbeitsspeicher hat. Der Trommelspeicher ist für diese Aufgabe zu langsam.“⁴

Zwei wesentliche Neuerungen in der technischen Entwicklung machten die G3 zu einem schnellen Rechner: der Magnetkernspeicher und die Mikroprogrammsteuerung.

-
1. Arnulf Schlüter (geb. 24.08.1922) war Mitglied der Rechengruppe des MPI für Physik; von 1961 bis 1990 war er Direktor des MPI für Plasmaphysik in München
 2. Reimar Lüst (geb. 25.03.1923) promovierte 1951 in Göttingen, war bis 1955 Stipendiat am MPI für Physik, dann Fulbright-Stipendiat in Chicago; seit 1960 wissenschaftliches Mitglied des MPI für Physik und Astrophysik, ab 1963 Direktor des MPI für extraterrestrische Physik in Garching, Präsident der MPG von 1972 bis 1984
 3. Heinz Billing in seiner Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf
 4. Heinz Billing in seiner Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf

4.5.2 Der Magnetkernspeicher

(Anmerkung des Verfassers: Ich zitiere hier längere Texte von Heinz Billing, weil dieser O-Ton aus damaliger Zeit am besten passt.)

„Das war zum einen der Ferritkern als Speicherelement. Dieses Verfahren wurde seit 1952 in den USA entwickelt. Für die Speicherung eines jeden Bits benutzte man einen winzigen Ring von wenigen Millimetern Durchmesser aus magnetisierbarem Material, dem Ferrit. Durch kurze Stromstöße, die durch Drähte pulsieren, auf welche die Ferritkerne aufgefädelt sind, läßt sich ein Ring im beziehungsweise gegen den Uhrzeigersinn magnetisieren und behält dann diesen Magnetisierungszustand bei. Mit solchen Ferritkernen konnte man die Zeit für das Einschreiben beziehungsweise Herauslesen von Zahlen und Rechenkommandos im Speicher weiter verkürzen: Bereits die ersten Ferritkernspeicher gestatteten eine Zugriffszeit von weniger als 10 µsec.

Wir waren in der glücklichen Lage, bereits ab 1952 die ersten zwar noch recht mäßigen, in den folgenden Jahren jedoch stark verbesserten Kerne aus den USA zu erhalten, und hatten bis 1955 in zahlreichen Vorversuchen erprobt, daß sich aus ihnen der gewünschte Schnellspeicher würde bauen lassen. In Deutschland nahm 1953 die Firma Stemag – mit auf unsere Veranlassung – die Produktion derartiger Kerne auf, entwickelte gemeinsam mit uns Prüfverfahren und baute größere Kernspeichermatrizen, die wir dann zum Aufbau des G3-Speichers verwenden konnten. Trotz des hohen Preises von 50 Pfennig je Ferritkern entschlossen wir uns, für die G3 einen Speicher für 4.096 Worte à 42 Bit + 1 Kennzeichenbit anzuschaffen. Das waren 90000 DM Ausgaben allein für den Speicher. Ein damals sehr großzügiger Entschluß, wenn man bedenkt, daß Geld gut fünfmal höhere Kaufkraft hatte – natürlich nicht gerade für Ferritkerne.“¹

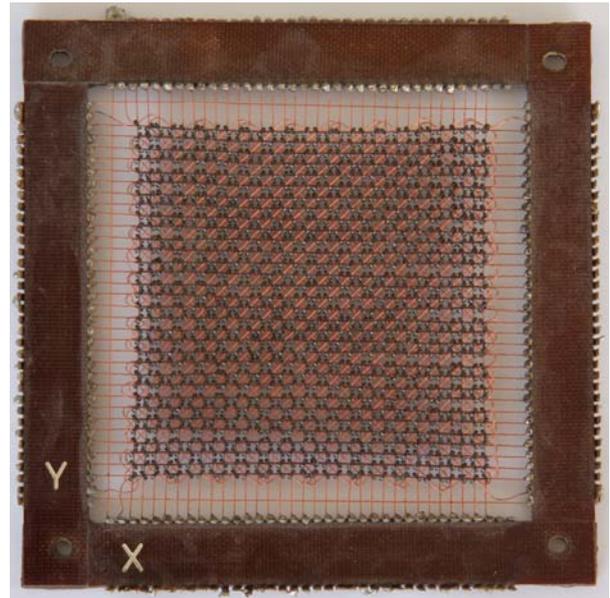


Abb. 9: Eine Matrixebene aus dem Magnetkernspeicher der G3 mit 1.024 Ferritkernen

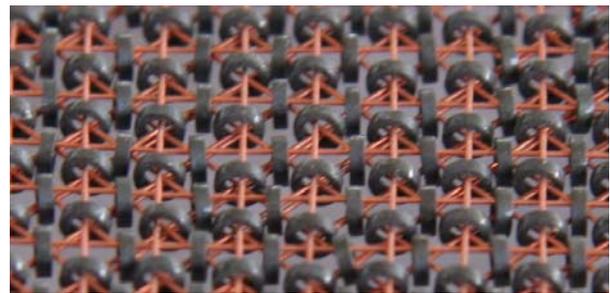


Abb. 10: Vergrößerter Ausschnitt aus einer Matrixebene des Magnetkernspeichers der G3

Funktionsweise des Magnetkernspeichers

In Abb. 9 ist eine Ebene des Kernspeichers zu sehen. Ein 1-KW-Kernspeicher² für 43 Bit Wortlänge besteht aus 43 solcher Ebenen: eine Ebene mit 1.024 Ferritkernen für jede Dualstelle.

Soll ein Wort gespeichert werden, muss in jeder Matrixebene durch einen bestimmten y-Draht der Strom $i/2$ geschickt werden und durch einen bestimmten x-Draht auch der Strom $i/2$, und zwar in negativer x-Richtung, wenn eine „0“ geschrieben werden soll und in positiver x-Richtung, wenn eine „1“ geschrieben werden soll. Beide Halbströme addieren sich in genau einem Ferritkern jeder Matrix, der dann gegen den oder im Uhrzeigersinn magnetisiert wird (siehe auch im früheren Abschnitt über „magnetische Induktion“).

1. Heinz Billing: „Die Göttinger Rechenmaschinen G1, G2 und G3“ im MPG-Spiegel 4/1982

2. 1 KW = 1 Kilowort = 1.024 Wörter

Soll ein Wort gelesen werden, wird in alle 43 Kerne dieses Wortes eine „0“ geschrieben (zerstörendes Lesen!). Diejenigen Kerne, in denen eine „1“ gespeichert ist, werden dabei ummagnetisiert, und in dem durch alle Kerne gefädelt Lesedraht wird ein Stromimpuls induziert, der Leseimpuls. Das gelesene Wort muss zwischengespeichert werden, damit es in dem noch zu vollendenden „Lese-Rückschreib-Zyklus“ wieder in den Kernspeicher zurückgeschrieben werden kann.

4.5.3 Die Mikroprogrammsteuerung

„Zweitens gaben aus Ferritkernen aufgebaute Schieberegister eine für damalige Zeiten ausgezeichnete Möglichkeit, die von Maurice V. Wilkes¹ in England stammende Idee der Mikroprogrammierung technisch zu verwirklichen. Dies bedeutet, daß man die einzelnen Rechenbefehle, etwa Multiplikation oder Wurzelziehen, aus elementaren Operationen, wie zum Beispiel Verbringen einer Zahl von einem Register in ein anderes, Verschiebung der Zahl im Rechenregister, Addition eines Registerinhaltes zu einem anderen usw., zusammensetzte. Dabei konnte die einzelne Mikrooperation beim Ablauf von verschiedenartigen Rechenbefehlen verwendet werden.

Zur technischen Realisierung dieses Konzepts entwickelte unsere Arbeitsgruppe Ketten aus Ferritkernen. Durch die Glieder einer solchen Kette ließ sich im Zeitabstand von 5 µsec ein Impuls hindurchtreiben. Sobald er bei einem bestimmten Glied ankam, löste er die mit diesem Glied elektrisch verbundenen Mikrooperationen aus. Jeweils eine Kette entsprach einem Rechenbefehl. Die Ketten konnten Verzweigungen, Zusammenführungen und Schleifen bilden und erlaubten dadurch eine große Flexibilität beim Aufbau der Ablaufsteuerung zur Ausführung der Rechenbefehle.

Neben der Flexibilität hatte dieses Verfahren der Befehlsablaufsteuerung durch Mikrobefehle zwei weitere Vorteile: einmal war es in der Ausführung verhältnismäßig billig und betriebssicher, da es nur Ferritkerne und Dioden, aber kaum Verstärkerröhren benötigte; zweitens erlaubte es auch noch in einem späteren Entwicklungsstadium der Rechenanlage, durch Umbau oder Zusatz von Ketten, ohne tieferen Eingriff in die Rechenanlage, den Ablauf der

1. Maurice V. Wilkes entwickelte ab 1947 an der Universität Cambridge den seriell arbeitenden Rechner „EDSAC“, die weltweit erste Rechenanlage mit interner Programmierung und Mikroprogrammsteuerung, die ab Mai 1949 den ersten Computer-Service einer Universität anbot. (Anm.: vom Verfasser in das Zitat eingefügte Fußnote)

Rechenbefehle abzuändern oder neue Rechenbefehle einzubauen.“²

Diese „Mikrobefehle“ sind die Elemente von „Makrobefehlen“, die komplizierte Operationen ausführen (siehe auch im früheren Abschnitt „Mikroprogramm-Steuerwerk“).

In so einem Makrobefehl kann dann mehrfach auf den Speicher zugegriffen werden. Auch ist der Befehl zum „Quadratwurzelziehen“ oder sogar „ x^y “ so leicht zu realisieren.

Der Befehlscode der G3 enthält 64 Makrobefehle. Jeder Makrobefehl wird aus einer Folge von Mikrobefehlen aufgebaut, von denen es insgesamt 121 verschiedene gibt. Die Mikrobefehle sind als fest verdrahtete Hardware realisiert.

4.6 Fortgang der Arbeiten

Mit der Inbetriebnahme der G2 Anfang 1955 begannen die Entwicklungsarbeiten an der G3.

Die Planung einer solchen Maschine mit paralleler Arbeitsweise wurde dadurch verzögert, dass zunächst noch kein ausreichend schneller Arbeitsspeicher verfügbar war. Das galt genauso für die Rechenmaschinenentwicklung am IAS in Princeton wie auch für die deutsche Konkurrenz „PERM“ in München³. In München diente eine mit 15.000 Upm rotierende Magnettrommel als Hauptspeicher, ein Magnetkernspeicher wurde erst 1961 eingefügt.

„An die Verwendung von Transistoren statt der Verstärkerröhren war im Jahr 1955 noch nicht zu denken. Abgesehen von wenigen Labormustern gab es noch keine Transistoren, die der Schaltgeschwindigkeit der Röhre gleichkamen. Der Kernspeicher tat es zwar schon, aber es blieb noch viel zu tun und Heisenberg wie Biermann warteten schon.“⁴

4.7 Ein halbes Jahr Princeton

„In Princeton und durch die USA“

Nachdem Heinz Billing auf einer Tagung in Darmstadt Hermann Goldstine⁵, den Mitarbeiter John von

2. Heinz Billing: „Die Göttinger Rechenmaschinen G1, G2 und G3“ im MPG-Spiegel 4/1982

3. PERM = „Programmgesteuerte elektronische Rechenanlage München“ an der TH, am 7. Mai 1956 in Betrieb genommen.

4. Heinz Billing in seiner Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf

5. Herman Heine Goldstine: Mitentwickler der Computer EDVAC und IAS; geb. 13.09.1913, gest. 23.06.2004

Neumanns am IAS¹, kennengelernt hatte, lud dieser ihn für ein halbes Jahr nach Princeton ein.

Am 24.02.1956 reiste Heinz Billing mit dem Schiff ab Rotterdam nach Halifax in Kanada. Am 06.03.1956 erreichte er sein Ziel Princeton in New Jersey.

Mit einem Stipendium der US Navy und einem Empfehlungsschreiben von Goldstine konnte Billing die wichtigsten Forschungseinrichtungen mit ihren Computern besuchen.

Institute for Advanced Study (IAS): Albert Einstein war am 18. April 1955 gestorben, John von Neumann² lag schwer krank im Hospital – Heinz Billing hat beide nicht mehr sehen können.

Bei **RCA³ in Trenton** traf er den Entwicklungschef Jan A. Rajchman⁴, der sich nach der Entwicklung des CRT-Speichers⁵ auch mit dem Ferritkernspeicher befasste.

Bei **RCA in Philadelphia** traf er den Österreicher J. A. Brustman, der ausführlich über die seit 1952 entwickelte und gerade in Betrieb genommene Rechenanlage „BIZMAC“ für das Militär berichtete, die über einen kleinen schnellen Magnetkernspeicher und einen Trommelspeicher verfügte.

Bei **Remington Rand** traf er mit dem Chef J. Presper Eckert⁶ zusammen und wurde über die geplante Rechenanlage „LARC“ unterrichtet.

In Keasby südlich von New York besuchte Heinz Billing Eduard von Albers-Schönberg bei der Firma **General Ceramics**. Von diesem, einem Schwager von Carl-Friedrich von Weizsäcker, erhielt er seine ersten Magnetkerne. Sie hatten einen Außendurchmesser von 9 mm.

Beim Besuch der **IBM in Yorktown Heights** bei Poughkeepsie nördlich von New York waren gerade die Rechenanlagen IBM 704/705 in der Endfertigung, bereit zur ersten Auslieferung. Diese Rechner

hatten einen Magnetkernspeicher mit röhrensparender Ansteuerung über zwei Wählermatrizen.

Zu den Besichtigungen bei IBM: „Man erklärte mir die Offenheit mit dem raschen Fortschritt der technischen Entwicklung: Was bereits verkauft würde, wäre ja eigentlich schon veraltet. Wer es stehlen und nachbauen wolle, käme bereits zu spät. Was jedoch noch in der wissenschaftlichen Forschung steckte, wäre ohnehin Allgemeingut, zumindest ließe sich schwer abschätzen, was davon für die Anwendung wichtig würde. Doch selbst fertige Erprobungsmuster wurden uns bereitwillig gezeigt und erläutert. Top Secret wäre nur, was wirklich in die Fertigung ginge. Für mich war von größtem persönlichen Interesse, was noch in der Fertigung steckte. Über dünne magnetische Schichten oder auch über supraleitende Bauelemente für Computer konnte ich mich ungehindert mit den dortigen Physikern unterhalten.“⁷

4.8 Von Göttingen nach München

Nach der Rückkehr Heinz Billings aus Nordamerika im Herbst 1956 begann er mit seiner Arbeitsgruppe den Bau der Maschine, die in angemessener Größe wirklich leistungsfähig war und dem Stand der Technik entsprach. Etwa gleichzeitig begann auch die deutsche Industrie, Rechenanlagen zu entwickeln:

- Röhrenrechner Zuse Z22, am Markt 1/1958
- Transistorrechner Siemens 2002, am Markt 1958
- Transistorrechner SEL ER56, am Markt 1958

Mit der Gründung der Kommission für Rechenanlagen der DFG im Jahr 1957, deren Mitglied Heinz Billing von Anfang an war, kam es erstmals zu einer staatlichen Förderung von Rechenanlagen in Deutschland. Man beschloss, durch die Beschaffung von deutschen Rechenanlagen für die deutschen Universitäten entsprechende Entwicklungsaktivitäten der deutschen Industrie zu fördern. Heinz Billing votierte dafür, je drei Anlagen von Siemens, SEL und Zuse zu bestellen.

Inzwischen hatte der Direktor des Max-Planck-Instituts für Physik, Werner Heisenberg⁸, das Angebot angenommen, mit seinem gesamten Institut von Göttingen nach München umzuziehen. Seine Mitar-

1. Institute for Advanced Study in Princeton; berühmte Forscher: Albert Einstein, Kurt Gödel, John von Neumann und J. Robert Oppenheimer
2. John von Neumann: Architekt des Computers beim IAS; geb. 28.02.1903, gest. 08.02.1957
3. RCA = Radio Corporation of America
4. Jan Aleksander Rajchman: geb. 10.08.1911, gest. 01.04.1989
5. CRT = Cathode Ray Tube (Kathodenstrahlröhre), in parallel arbeitenden Rechnern als Hauptspeicher eingesetzt
6. John Adam Presper Eckert Jr.: Mitentwickler des ENIAC; geb. 09.04.1919, gest. 03.06.1995

7. Heinz Billing in seiner Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf

8. Werner Heisenberg: 1958 bis 1970 Direktor des Max-Planck-Instituts für Physik; geb. 05.12.1901, gest. 01.02.1976

beiter konnten mitkommen oder mussten ausscheiden

Im Jahr 1958 zog das Max-Planck-Institut für Physik und mit ihm die Arbeitsgruppe „Numerische Rechenanlagen“ nach München um und wurde dem Institut für Astrophysik des neuen Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik als Abteilung angeschlossen.

Die Techniker Arno Carlsberg und Karl Heinz Gundlach sowie der Physiker Hermann Öhlmann gingen mit nach München. In München kam W. Heller dazu. Er war Fachschul-Ingenieur und betreute unter der Leitung von Hermann Öhlmann die G2 und später zusammen mit Arno Carlsberg die G3.

„Für mich und meine Arbeitsgruppe war eine ausgedehnte Etage über der Institutswerkstatt vorgesehen. Planung und Installation, Klimatisierung und Einrichtung waren eine neue ungewohnte Aufgabe für mich, die mir Spaß machte. Die G1 wurde mit dem Umzug außer Betrieb genommen. Die G2 und G3 mußten für den Umzug in die einzelnen Gestelle zerlegt und in München wieder montiert werden.“¹

Familie Heisenberg zog im Juli 1958 nach München, das neue Institutsgebäude (Architekt: Sep Ruf) wurde am 9. Mai 1960 eingeweiht.

4.9 Das Ende der G2

Die G2 wurde in München bis Mitte 1961 betrieben, wurde aber nach und nach weniger benutzt, da die G3 mehr bot.

„Als wir die G2 dem Institut für Theoretische Physik der Universität München schenken, musste dies ohne den erfahrenen Wartungsingenieur W. Heller gehen. Das ging nicht gut. Man hat dort noch 2 Jahre an ihr herumgebastelt. Ohne den erfahrenen Wartungsingenieur ist man mit den unvermeidlichen Pannen nicht zurechtgekommen.“² Als das Deutsche Museum sie als Ausstellungsstück übernehmen wollte, war die G2 bereits ohne Billings Wissen verschrottet worden.

4.10 Die G3 (Fortsetzung)

Die G3 ist eine Parallelmaschine, die intern dual und mit fließendem Komma rechnet. Sie kommt erst im Jahre 1960 in München zum Einsatz. Neu an ihr

sind der Ferritkernspeicher, die Mikroprogrammsteuerung und der Hardwarekeller.

4.10.1 Die Mikroprogrammsteuerung

Für die Mikroprogrammsteuerung entwickelten Heinz Billing und Wilhelm Hopmann ein Verfahren, das abweichend vom Ferritkern-Matrix-Verfahren der G1a mit magnetischen Schieberegistern arbeitet: das „Ketten-Verfahren“. Beim Ketten-Verfahren benötigt man weniger als halb so viele Elektronenröhren als beim Matrix-Verfahren, dafür deutlich mehr Dioden.³

Die Mikroprogrammsteuerung erlaubte, mit technisch einfachen Mitteln weitere Maschinenbefehle zu realisieren, die von vornherein nicht vorgesehen waren:

„In der Tat wurden selbst nach Inbetriebnahme der G3 noch einige Rechenbefehle hinzugefügt. Denn hatte man erst einmal die Maschine so weit, daß die notwendigen Mikrobefehle ausführbar waren, so konnte man relativ leicht neue Maschinenbefehle mittels einer neuen Mikrokette zusammenbasteln. Das war natürlich eine Freude für die späteren Anwender in der Physikergruppe um Ludwig Biermann [...]. Aber auch unsere Freunde von der Münchener Konkurrenz, Friedrich Bauer und Klaus Samelson, brachten bei häufigen Besuchen gute Ideen ein. Der Erfindungswut waren glücklicherweise Grenzen gesetzt, da bei der G3 im Befehlsword nur 6 Bit für den Operationscode zur Verfügung standen, was nur für 64 Befehle ausreicht. Die wurden aber auch alle genützt.“⁴

4.10.2 Die Register

Während der Kernspeicher zur dauerhaften Speicherung von Programmen und Zahlen dient, wirken die Register bei der Verarbeitung von Befehlen und Zahlen mit. Sie sind aus elektronischen bistabilen Röhrenschaltungen aufgebaut: für jede Dualstelle ein „Flip-Flop“. Bei stehender Maschine können die Inhalte der Register an Glimmlampen abgelesen werden. Durch Druck auf den Knopf „Register löschen“ am Bedienungspult werden alle (wichtigen) Register auf Null gesetzt. Damit bringt man die Maschine in einen definierten Anfangszustand.

In Abb. 15 ist der Platz der Register der G3 skizziert.

1. Heinz Billing in seiner Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf
2. Heinz Billing in seiner Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf

3. Das Ketten-Verfahren wird wie das Matrix-Verfahren im Aufsatz: Heinz Billing, Wilhelm Hopmann: „Mikroprogramm-Steuerwerk“ in „Elektronische Rundschau“, Heft 10 (1955) beschrieben.
4. Heinz Billing: „Die Göttinger Rechenmaschinen G1, G2 und G3“ im MPG-Spiegel 4/1982

Das Universalregister

Das 42-stellige Universalregister entspricht dem Akkumulator der vorausgegangenen G-Maschinen. In ihm steht vor Ausführung des Befehls, der laut Programm an der Reihe ist, der eine Operand, nach seiner Ausführung das Ergebnis.

Der Befehlszähler

Der Befehlszähler ist ein Flip-Flop-Register, das den schrittweisen Ablauf eines Programms regelt bzw. die Unterbrechung dieser gleichmäßigen Abfolge, wenn sie durch Sprungbefehle vom Programm gefordert wird. Er enthält die Adresse des Befehlshalbwortes, das als nächstes ausgeführt werden soll. Da der Kernspeicher mit seinen 4.096 Worten Kapazität ($2^{12} W$) in jedem Wort zwei Befehle beherbergt, hat der Befehlszähler eine Größe von 13 Dualstellen.

Das Befehlsregister

In das Befehlsregister wird jeweils der Befehl geladen, dessen Adresse im Befehlszähler steht. Er hat deshalb den Umfang eines Halbworts, nämlich 21 Dualstellen. Von ihm aus werden die Operationen der Maschine gesteuert.

Die Indexregister

Statt eines Indexregisters wie bei der G2 erhielt die G3 sechs Indexregister. Sie belegen die Kernspeicherzellen 1 bis 6, sind also nicht als Flip-Flop-Register realisiert. Mit Hilfe der Indexregister kann während des Programmablaufs der Adressteil der Befehle verändert werden.

4.10.3 Der Kellerspeicher

Auf Vorschlag der Münchener Entwickler Friedrich Bauer¹ und Klaus Samelson entschloss sich Heinz Billing 1957, den von beiden erfundenen „Hardwarekeller“ mit Klammerbefehlen und Klammerzähler einzuführen. Dieser „Keller“ war ein spezieller Speicher, in dem Zwischenergebnisse abgelegt und an den richtigen Stellen wieder in den Rechengang eingefügt werden konnten, und zwar nach der Methode „first-in-last-out“ bzw. „last-in-first-out“ (LIFO). Als Keller dienten 16 Speicherzellen im Ferritkernspeicher.

„Bei der Berechnung längerer arithmetischer Ausdrücke benötigt man Speicherraum zur Speicherung der Zwischenergebnisse. Für diesen Zweck sind 16

1. Friedrich Ludwig Bauer (geb. 1924) erfand 1950 den Kellerspeicher für seinen Relaisrechner „Stanislaus“ (1952 an der TU München begonnen, 1956 fertiggestellt); Samelson und er erhielten ein deutsches und ein amerikanisches Patent dafür.

Worte des Ferritspeichers reserviert. Sie heißen „Keller“ und werden von einem speziellen Zähler, dem sogenannten „Klammerzähler“ her aufgerufen.

Im Befehlscode der G3 enthalten einige der Befehle ein Symbol, welches die öffnende Klammer „(“ darstellt. Wenn einer dieser Befehle ausgeführt wird, wird zunächst das bisherige Resultat an dem vom Klammerzähler angegebenen Kellerplatz abgespeichert, der Zähler um eine Einheit hochgezählt und dann der Befehl ausgeführt. Andere Befehle, welche eine geschlossene Klammer „)“ als Symbol enthalten, holen automatisch das zuletzt im Keller abgespeicherte Zwischenresultat zurück und führen mit diesem und dem im Rechenwerk anliegenden Resultat die im Rest des Befehls angegebene Operation aus. Gleichzeitig wird der Kellerzähler um eine Einheit heruntergezählt.

Diese gleichzeitig mit der Befehlsausführung automatisch vorgenommene Zahlenüberführung von und zum Keller spart Rechenzeit, verkürzt das Programm und erleichtert die Programmierung.“²

„Es ist aber nicht nötig, daß unmittelbar nach jedem „Klammer auf“-Befehl ein „Klammer zu“-Befehl folgt. Stehen z. B fünf „Klammer auf“-Befehle hintereinander, so werden nacheinander 5 Keller gefüllt. Bei den nächsten fünf „Klammer zu“-Befehlen werden ihre Inhalte in rückwärtiger Reihenfolge wieder abgebaut. Nur dürfen nicht mehr als 16 „Klammer auf“-Befehle direkt hintereinander kommen, wenn nicht Keller zerstört werden sollen.

Die Funktion des Kellers bringt deutlicher die englische Bezeichnung für ihn zum Ausdruck. Sie lautet „stack“, der „Stapel“, der „Stoß“. Es wird von unten nach oben gestapelt, der Stapel von oben nach unten wieder abgetragen (last in, first out). Auch der Name „push down list“ ist gebräuchlich.“³

Heinz Billing schreibt dazu: „In dem Büchelchen für die Benutzer der G3, welches Hans Ludwig De Vries⁴ 1962 geschrieben hat, steht sehr schön über den Keller und was er ist: „Leider muß seine Funktionsweise hier erklärt werden. Das allein schon erweckt den Anschein der Kompliziertheit. Lassen

2. Beschreibung aus: Heinz Billing: „Die im MPI für Physik und Astrophysik entwickelte Rechenanlage G3“, in „Elektronische Rechenanlagen“, Heft 2/1961

3. Aus: Hans Ludwig De Vries: „Die elektronische Rechenmaschine G3 und ihre Programmierung“, 2. Auflage, Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik, München 1968

4. Hans Ludwig De Vries ist Emeritus am Institut für Numerische und Angewandte Mathematik der Universität Göttingen; (Anm.: vom Verfasser in das Zitat eingefügte Fußnote)

wir deshalb zunächst den Benutzer zu Wort kommen: „Der Keller ist ein wahrer Segen“ (Bruno Brosowski¹, mündliche Mitteilung).“ Es folgt dann die Beschreibung und die Wirkungsweise der Klammerbefehle bei der Abarbeitung arithmetischer Ausdrücke.“²

4.10.4 Die Zahlendarstellung

Die Wortlänge der Maschine beträgt 43 Bit, davon entfallen bei Speicherung einer Gleitkommazahl 33 Bit auf die Mantisse, 9 Bit auf den Exponenten und 1 Bit wird als Kennzeichen verwendet. Letzteres erlaubt, Zahlenfelder aufzuteilen, z. B. eine Matrix in Zeilen und Spalten.

4.10.5 Der Befehlsaufbau

Pro Wort werden zwei Befehle à 21 Bit abgelegt. Sie bestehen aus:

- 6 Bit für Operationen
- 3 Bit für Indexregister
- 12 Bit für Adresse

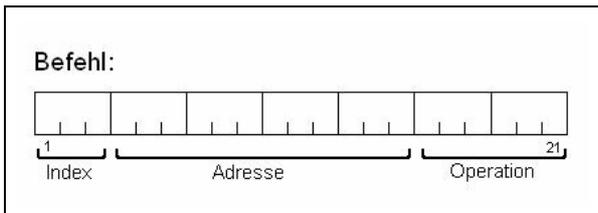


Abb. 11: Das Befehlswort der G3

Die Speicheradressen können über sechs Indexregister modifiziert werden.

4.10.6 Textverarbeitung

Ein Maschinenwort kann auch sechs Zeichen eines zu druckenden Textes aufnehmen. Dabei wird ein 7-Bit-Zeichencode verwendet. Die Buchstaben „I“ und „O“ existieren dabei nicht, stattdessen werden die „1“ und die „0“ verwendet.

1. Bruno Brosowski war von 1970 bis 1975 wissenschaftlicher Geschäftsführer der GWDG, anschließend am Institut für Mathematik der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main tätig; (Anm.: vom Verfasser in das Zitat eingefügte Fußnote)
 2. Heinz Billing in seiner Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf

4.10.7 Befehlsvorrat der G3

Die G3 verfügt über 64 Befehle, die in Abb. 12 aufgelistet sind:

BEFEHLSLISTE			
OKT. NR.	BEF.	OKT. NR.	BEF.
00	NOP	40	2*
01	STP	41	
02	NEG	42	LLA
03	ABS	43	LRA
04	REZ	44	L+
05		45	L-
06	WL)	46	(+
07	(G	47	(-
10	GO	50	=>
11	∅	51)=>
12	IF>	52	->
13	IF<	53)->
14	↓F*	54	
15	*F	55	
16	WE<	56	∇L
17	Wα=	57	∇R
20	α=	60	+ (
21	α±	61	x (
22	USL	62	IF=)
23	USR	63	WSO
24	⊕	64	IDX
25	^	65	(A
26	K)	66	
27	(D	67	FTR
30	+	70	EBA
31	-	71	ABA
32	x	72	ASM
33	/	73	ATM
34	+)	74	SP)
35	-)	75)=>
36	x)	76	L)
37	/)	77	AAS

Abb. 12: Befehlsliste

Hier seien beispielhaft drei mit einer Maske in Wortlänge arbeitende Befehle vorgestellt:

Kollation

Dieser Befehl (Nr. 26 „K“) vereinigt die Inhalte zweier Register in einem, wobei an den in der Maske mit 1 besetzten Bitpositionen der Inhalt des ersten und an den in der Maske mit 0 besetzten Bitpositionen der Inhalt des zweiten Registers überführt wird.

Dissektion

Dieser Befehl (Nr. 27 „D“) zerschneidet eine Zahl und überführt die Bits in zwei verschiedene Register entsprechend den Einsen und Nullen in der Maske.

Der Rest in beiden Registern wird mit Nullen aufgefüllt.

Tabellensuchbefehl

Dieser Befehl (Nr. 06 „WL“) = „Wenn in Liste Klammer zu“) durchsucht eine Tabelle von der im Befehl angegebenen Adresse bis zu einer gekennzeichneten Zahl hin. Er vergleicht der Reihe nach, ob in den durch Einsen in der Maske gekennzeichneten Ziffernpositionen zwischen einer im anliegenden Keller angegebenen Zahl und einer der Zahlen der Tabelle Übereinstimmung besteht.

Bei gefundener Übereinstimmung wird die Adresse des zugehörigen Tabellenplatzes in das Resultatregister gebracht und die beiden folgenden Befehle werden übersprungen.

Wird mit keiner Zahl der Tabelle Übereinstimmung gefunden, so erscheint die Adresse der gekennzeichneten Zahl im Resultatregister und der folgende Befehl wird ausgeführt.¹

4.11 Ein-/Ausgabe

Programmeingabe

Die Eingabe des Rechenprogramms und der Daten in die G3 erfolgt über Lochstreifen.

Der Programmierer schreibt sein Programm in der symbolischen Befehlssprache der G3 zunächst auf ein Formular, das Programmierpapier. Dann schreibt er es mit einer speziellen Schreibmaschine ab, an die ein Lochstreifenstanzer angeschlossen ist. Damit wird bei jedem Tastenanschlag eine dem angeschlagenen Zeichen zugeordnete Lochkombination in den Streifen gestanzt. Anschließend hat das Programm die Form, die die G3 aufnehmen kann.

1. Beschreibung aus: Heinz Billing: „Die im MPI für Physik und Astrophysik entwickelte Rechenanlage G3“, in „Elektronische Rechenanlagen“, Heft 2/1961

Bevor man nun diesen Lochstreifen in die Maschine eingibt, startet man das „Leseprogramm“. Beim Leseprogramm handelt es sich um einen „Assembler“, also ein Programm, das die anschaulichen Symbole des auf dem Programmierpapier verfassten Programms in die von der Maschine verstandenen Maschinenbefehle aus Folgen von Nullen und Einsen übersetzt.

Zur Vorbereitung einer Rechnung auf der G3 liest man also per Lochstreifen zuerst das „Leseprogramm“ ein, legt anschließend den Lochstreifen mit dem eigenen Rechenprogramm ein und startet das Leseprogramm. Dieses liest die Zeichenfolge der Programmbandes ein, interpretiert sie um in die Maschinensprache und speichert diese Übersetzung in den Hauptspeicher, den Magnetkernspeicher. Auf dem Zeilendrucker erscheint ein Kommentar, der Auskunft darüber gibt, wie das Programm im Hauptspeicher abgelegt ist. Im Anschluss startet das „Leseprogramm“ das übersetzte Programm, „und dieses rechnet hoffentlich alles schön aus, was es soll. Es ist nützlich, sich dabei des öfteren an die Worte von Marshall H. Wrubel² zu erinnern: >> If you say > sit <, he (the computer) will sit whether there is a chair there or not <<.“³

Es wird ein 8-Spur-Lochstreifen benutzt mit 7-Bit-Zeichencode und Paritätsbit. Der verwendete optische Lochstreifenleser „Flexowriter“ bleibt stehen, wenn die Zahl der Löcher einer Sprosse gerade ist (die Quersummenkontrolle spricht an).

Abb. 13 gibt einen Überblick über die Befehlssymbole der G3 und ihre Kodierung auf dem Lochstreifen.

-
2. Marshall L. Wrubel: „A primer of programming for digital computers“ (University of Chicago, 1950); (Anm.: vom Verfasser in das Zitat eingefügte Fußnote)
 3. Zitiert aus: Hans Ludwig De Vries: „Die elektronische Rechenmaschine G3 und ihre Programmierung“, 2. Auflage 1968

ZEICHENLISTE					
WAGEN UNTEN			WAGEN OBEN		
ZEI- CHEN	HEPTADE	OKT. NR.	ZEI- CHEN	HEPTADE	OKT. NR.
0	●0000 000	00 0	,	●0000 000	40
1	00000 00●	01 1	(●0000 00●	41
2	00000 000	02 2)	●0000 000	42
3	●0000 00●	03 3	→	00000 00●	43
4	00000 00●	04 4	=	●0000 000	44
5	●0000 00●	05 5	:	00000 00●	45
6	●0000 00●	06 6	:	●0000 000	46
7	00000 00●	07 7	[●0000 000	47
8	00000 000	10 8]	●0000 000	50
9	●0000 00●	11 9	⇒	00000 00●	51
A	●0000 00●	12 A	α	00000 000	52
B	00000 00●	13 B	β	●0000 00●	53
C	●0000 00●	14 C	γ	00000 000	54
D	00000 00●	15 D	δ	●0000 00●	55
E	00000 00●	16 E	ε	00000 000	56
F	●0000 00●	17 F	φ	00000 000	57
G	00000 000	20 G	ψ	●0000 000	60
H	●0000 00●	21 H	χ	00000 00●	61
J	●0000 00●	22 J	*	00000 000	62
K	00000 00●	23 K	κ	●0000 00●	63
L	●0000 00●	24 L	λ	00000 000	64
M	00000 00●	25 M	μ	●0000 00●	65
N	00000 00●	26 N	ν	00000 000	66
P	●0000 00●	27 P	π	00000 000	67
Q	●0000 000	30 Q	¬	00000 000	70
R	00000 00●	31 R	Q	●0000 00●	71
S	00000 00●	32 S	σ	00000 000	72
T	●0000 00●	33 T	τ	00000 000	73
U	00000 00●	34 U	⊕	●0000 00●	74
V	●0000 00●	35 V	∇	00000 000	75
W	●0000 00●	36 W	ω	00000 000	76
X	00000 00●	37 X	ξ	●0000 00●	77
Y	00000 000	100 Y	η	●0000 000	140
Z	●0000 00●	101 Z	ζ	00000 00●	141
.	●0000 000	102 .	v	00000 000	142
∞	00000 00●	103 ∞	^	●0000 00●	143
+	●0000 00●	104 +	>	00000 000	144
-	00000 00●	105 -	<	●0000 00●	145
x	00000 00●	106 x	>	●0000 000	146
/	●0000 00●	107 /	<	00000 000	147
∅	●0000 00●	113	ZW	00000 000	150
⊗	00000 00●	114	WR	●0000 00●	151
∑	●0000 00●	115	TA	●0000 000	152
			{	00000 000	153
			#	●0000 00●	154
			}	00000 000	155
			IRRTUM	●0000 000	IRRTUM

↑ linke Spalte ↑ rechte Spalte ↑

Die linke Spalte, als Text getippt, wird durch DT) ausgedruckt, wie die rechte Spalte angibt. Entsprechendes für ZTA.

Abb. 13: Zeichenkodierung auf dem Lochstreifen

Die Ausgabegeräte

Die Rechenergebnisse werden normalerweise auf dem **Zeilendrucker** mit 120 Zeichen Druckbreite und 10 Zeilen pro Sekunde Druckgeschwindigkeit ausgegeben.

Die Ausgabe auf der angeschlossenen **Schreibmaschine** hat praktisch keine Bedeutung, sie ist mit 10 Anschlägen pro Sekunde zu langsam.

Schließlich kann Information auf dem **Lochstreifenstanzer** ausgegeben werden: Zahlenwerte, aber

auch Programmcode. Sobald ein Programm fehlerfrei ist, sollte seine Übersetzung in die Maschinensprache in „Urleseform“ ausgestanzt werden. Zur Wiedereingabe bedarf es dann nicht mehr des Leseprogramms, sondern nur des verdrahteten „Urleseprogramms“.

Das Urleseprogramm wird durch Knopfdruck auf dem Bedienungspult gestartet oder durch den Programmbefehl „EBA“ (Eingabe vom Band), z. B. um ein Unterprogramm einzulesen.

Ein Analoysichtgerät ermöglicht die optische Ausgabe von Ergebnissen auf einem Bildschirm. Diese Grafiken können dann mit einer Kamera fotografiert werden.

4.11.1 Daten der G3

Arbeitsweise:

- parallel
- durch Ferritkernkette gesteuerte Mikrobefehle
- Taktfrequenz: 200 kHz
- 6 Indexregister zur Adressmodifikation
- 16 Kellerregister zur Zwischenspeicherung

Informationsdarstellung:

- Wortlänge: 43 Bits
- Zahlensystem: dual
- Zahlenbereich: $10^{-77} < |x| < 10^{+77}$
- Gleitkomma
- 33 Bits Mantisse
- 9 Bits Exponent
- 1 Bit Kennzeichen

Befehle:

- Anzahl: 64
- Einadressbefehle
- 2 Befehle à 21 Bits je Wort

Kernspeicher:

- Kapazität: 4.096 Wörter à 42+1 Bit
- Zykluszeit: 10 µsec

Trommelspeicher:

- (vorgesehen, aber nicht mehr realisiert)

Rechenzeiten (Gleitkomma):

- Multiplikation: 300 - 400 µsec

Mittlere Operationsgeschwindigkeit:

- 5.000 - 10.000 Op/sec

Ein-/Ausgabe:

- 10 Lochstreifenleser (200 Z/sec)
- 1 Schreibmaschine (13 Z/sec)
vorgesehen:
- 1 Lochstreifenstanzer (50 Z/sec)
- 1 Zeilendrucker
- Kathodenstrahl-Sichtgerät als Analogausgabe (ab 1962)

Bauelemente:

- 1.500 Röhren
- 6.000 Germaniumdioden
- 600 bis 700 Ferritkerne für die Mikroprogrammsteuerung
- 176.128 Ferritkerne für den Arbeitsspeicher

Peripherie:

- 3 Magnetbandspeicher vorgesehen (ab 1961 in Betrieb: Hersteller Ampex, Label Siemens&Halske)

Lebenszeit:

- 01.01.1961 - 09.11.1972

4.11.2 Betrieb der G3

„Die G3 war von Anfang an außerordentlich zuverlässig.“¹

Die Gesamtbetriebszeit betrug 57.300 Stunden, das entspricht 13,2 Stunden pro Tag. Dieser recht geringe Wert ist auf die vielfachen Änderungsarbeiten und Erweiterungen der Peripherie zurückzuführen. Von dieser Zeit waren 85,9 % nützliche Rechenzeit, nur weitere 1,1 % gingen durch unerwartete Fehler verloren.

Die G3 wurde im Max-Planck-Institut für Physik in München kurz vor Weihnachten 1960 eingeweiht. Wegen der großen Zuverlässigkeit und der leichten Bedienbarkeit der G3 wurde die G2 nun kaum noch genutzt.

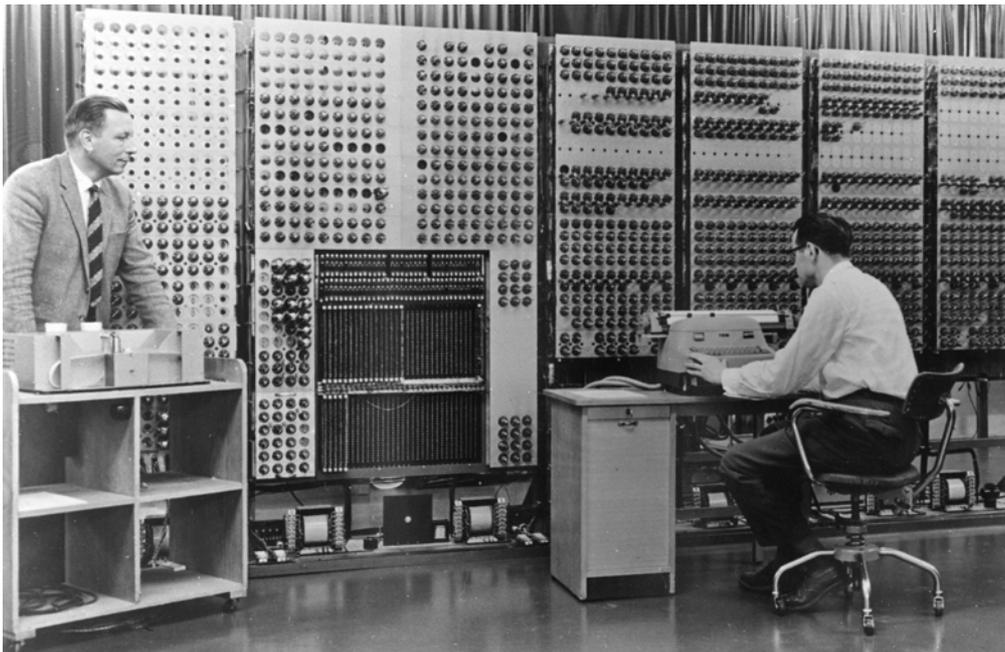


Abb. 14: Die G3 bei ihrer Einweihung: Heinz Billing (links) und Arno Carlsberg an der IBM-Schreibmaschine; in der Mitte die Mikroprogrammsteuerung

1. Heinz Billing in seiner Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf

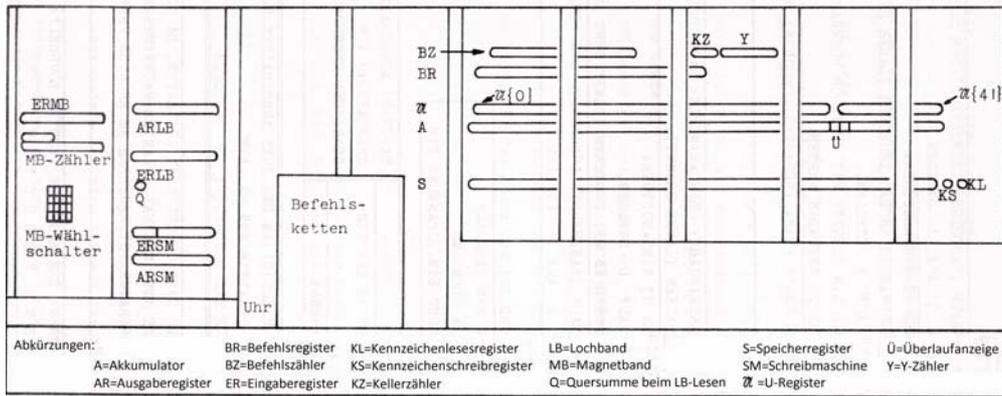


Abb. 15: Schematische Darstellung der Rahmen der G3 mit Anordnung der Register

Erläuterung zu Abb. 14:

Die rechten fünf Gestelle enthalten das Rechenwerk. Der Kernspeicher zieht sich etwa in Tischhöhe unter dem Rechenwerk entlang. In den linken Gestellen, die der Steuerung und der Ein-/Ausgabedienten, fällt unten die große Anschlussstafel für die Mikrobefehlsketten auf.

Im September 1961 wird die G3 aus dem Labor der Abteilung in das Hauptgebäude des Max-Planck-Instituts überführt, an den Platz, den die G2 einnahm.

Später wurde die G3 noch um Magnetbandgeräte und um einen schwarzweißen Bildschirm zur Ausgabe von Kurven ergänzt.

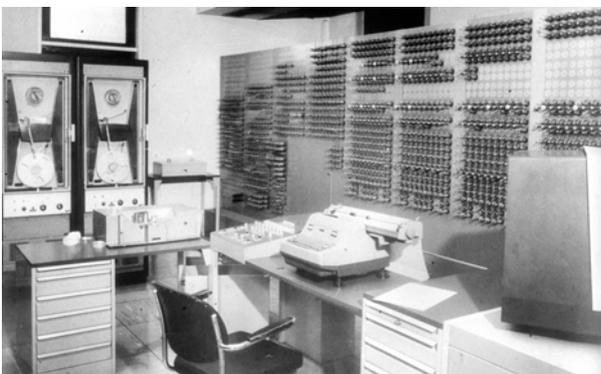


Abb. 16: Die G3 (mit Verkleidungsblechen), rechts das Sichtgerät und links zwei Magnetbandgeräte

Konkurrenz bekam die G3 durch eine IBM 7090 Großrechenanlage im Garchingener Rechenzentrum ab 1962, die 1967 durch eine IBM 360/91 ersetzt wurde. Am 9. November 1972 nahm Heinz Billing die G3 in einer Feierstunde mit einem Schraubenzieher außer Betrieb.

Ziel bei der Konstruktion der G3 war gewesen, eine zuverlässige Rechenanlage zu schaffen, die für die Bearbeitung der vielseitigen im Institut anfallenden Probleme ausreichte, die möglichst leicht bedienbar

war und die im Rahmen der gegebenen technischen Möglichkeiten möglichst schnell rechnete. Man hätte durch Erhöhung der Röhrenzahl um 10 % durch Einbau eines zweiten Rechenwerks die Rechengeschwindigkeit um etwa 15 % steigern können, aber die höhere Zahl von Röhren hätte aufgrund ihrer Störanfälligkeit die Zuverlässigkeit des Rechners um einiges verschlechtert.

4.12 Zurück zur Grundlagenforschung

Im Jahr 1970 bekam Heinz Billing von Ludwig Biermann das Angebot, wieder auf dem Gebiet der Gravitationswellen zu forschen, und zwar, zunächst das Gravitationswellenexperiment von Joseph Weber (1919 - 2000) aus dem Jahr 1968 zu wiederholen. Dazu wurde vereinbart, dass Heinz Billing in Maryland alle Unterlagen zum Aufbau des Experiments werde einsehen können. 1972 besuchte Heinz Billing Weber in den USA und baute anschließend in München die Antenne nach.

Billing versuchte den Nachweis der von Albert Einstein vorausgesagten Gravitationswellen zu liefern. Die Bestätigung amerikanischer Messungen mit Antennen aus tonnenschweren Aluminiumzylindern verlief negativ, was in abschließenden Veröffentlichungen 1975 und 1976 festgehalten wurde. Der Nachfolger Biermanns, Rudolf Kippenhahn, bemerkte dazu: „Billing und seine Mannen sind diejenigen, welche bisher die Gravitationswellen am besten nicht gefunden haben.“¹

Heinz Billing setzte dann die Suche mit kleineren und immer größeren Laserantennen fort. Diese Methode wird – immer noch erfolglos – in größerem Maßstab in den USA, auch von Billings Mitarbeitern, und an der Universität Hannover (Projekt „GEO600“) weitergeführt.

1. Heinz Billing in seiner Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf

4.13 Arbeit in Gremien und Ehrungen

Im Jahre 1961 wurde Heinz Billing als wissenschaftliches Mitglied der Max-Planck-Gesellschaft berufen. Außerdem wurde er Mitglied in der „Kommission für Rechenanlagen“ der deutschen Forschungsgemeinschaft.

Auf dem ersten Kongress der IFIP auf deutschem Boden organisierte er 1962 die zugehörige Ausstellung unter dem Namen INTERDATA, die erste Computerausstellung auf dem Münchener Messegebäude.

Im Jahr 1967 erfolgte die Berufung zum Honorarprofessor der Universität Erlangen. Billing musste im Semester alle 14 Tage eine zweistündige Vorlesung halten. Er trug über die allerneueste „Hardware“ vor.

1968 wurde der „Beratende Ausschuss Rechenanlagen“ (BAR) der Max-Planck-Gesellschaft gegründet. Heinz Billing wurde Vorsitzender und blieb es bis zu seiner Emeritierung.

Im Jahr 1972 sagte Werner Heisenberg in seinem Festvortrag anlässlich der Hauptversammlung der MPG in Berlin wörtlich über die Entwicklung der Göttinger Rechenmaschinen: „Diese Rechenmaschinen haben uns für die Institutsarbeit unschätzbare Dienste erwiesen. Es hat mir immer leid getan, daß später, als die sich schnell vergrößernde Computertechnik den Rahmen eines Max-Planck-Instituts sprengen mußte, die deutsche Industrie diese Vorarbeiten nicht mit voller Kraft weiterentwickelt hat. So ist die Führung in der Computertechnik ganz an die Industrie in Amerika übergegangen, und wir müssen unsere größten Rechenmaschinen in den Vereinigten Staaten kaufen.“¹

Von 1970 bis 1988 war Heinz Billing Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der GWDG.

Ende April 1982 wurde Heinz Billing emeritiert. Festredner waren u. a. Konrad Zuse und Wolfgang Händler².

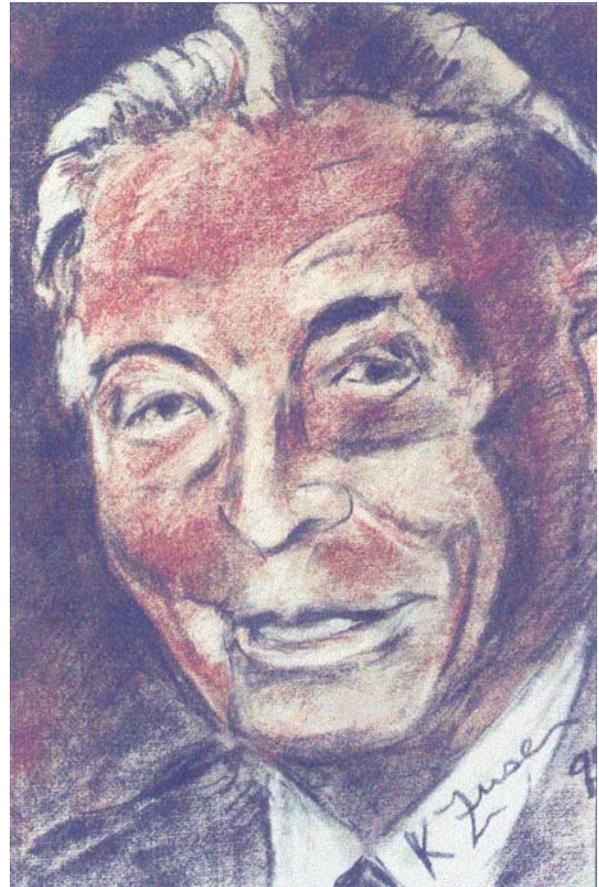


Abb. 18: Heinz Billing in einer Kreidezeichnung von Konrad Zuse 1995

1987 erhielt Heinz Billing als Erster die seitens der Gesellschaft für Informatik (GI) verliehene Konrad-Zuse-Medaille.

Von 1989 bis 1994 erfolgte die Niederschrift seiner „Lebenserinnerungen, aufgeschrieben für seine Kinder und Enkel“. (Anmerkung des Verfassers: ...aus der hier reichlich zitiert wurde.)

1. Heinz Billing in seiner Autobiografie „Ein Leben zwischen Forschung und Praxis – Heinz Billing“, erschienen im SUPERBRAIN-Verlag, Düsseldorf

2. Wolfgang Händler lebte vom 11.12.1920 bis zum 19.02.1998. Als Mitarbeiter des Nordwestdeutschen Rundfunks, wo er Filter zur Verbesserung von Fernsehbildern entwickelte, rechnete er auf der G1. Von 1956 bis 1959 war er bei Telefunken einer der Architekten der TR4. 1966 gründete er an der Universität Erlangen das „Institut für Mathematische Maschinen und Datenverarbeitung“.



Abb. 19: Anneliese Billing und Ehemann Heinz beim 16. DV-Treffen der MPG 1999 in Göttingen

Angeregt durch Peter Wittenburg und Theo Plesser wurde ein Heinz-Billing-Preis für die Nutzung von Computern in der MPG gestiftet und jährlich zum DV-Treffen der Max-Planck-Institute verliehen, das erste Mal im Oktober 1993 in Göttingen durch Heinz Billing.

Eyßell

5. Informationsveranstaltung zu Mac OS X Snow Leopard

Das Mac-Team der GWDG und die Firma HSD laden Sie herzlich zu einer „Snow Leopard“-Veranstaltung ein, in der die technischen Neuheiten und die damit verbundenen Möglichkeiten des aktuellen Betriebssystems von Apple erläutert werden sollen.

Die geplanten **Themen** sind:

- Snow Leopard und Microsoft Exchange
- Integration von Macs in eine Windows-Domäne (Active Directory)
- Snow Leopard Server
- Podcast Server, LDAP, xGrid
- iCal und das Adressbuch
- Filesharing

Termin: Mittwoch, 26. Mai 2010, 10:00 Uhr

Zeitraum: 1,5 Stunden / kleine Pause / 1,5 Stunden (je nach Bedarf mit oder ohne anschließende Diskussionsrunde)

Ort: Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Am Faßberg 11, Ludwig-Prandtl-Hörsaal (beim Foyer)

Anmeldung: Eine formlose Anmeldung per Mail an Nicole.Engelberg@gwdg.de oder per Telefon unter 0551 201-1557 wird aus organisatorischen Gründen erbeten.

Otto

6. Kurse des Rechenzentrums

6.1 Allgemeine Informationen zum Kursangebot der GWDG

6.1.1 Teilnehmerkreis

Das Kursangebot der GWDG richtet sich an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus den Instituten der Universität Göttingen und der Max-Planck-Gesellschaft sowie aus anderen wissenschaftlichen Einrichtungen, die zum erweiterten Benutzerkreis der GWDG gehören. Eine Benutzerkennung für die Rechenanlagen der GWDG ist nicht erforderlich.

6.1.2 Anmeldung

Anmeldungen können schriftlich per Brief oder per Fax unter der Nummer 0551 201-2150 an die

GWDG
Kursanmeldung
Postfach 2841
37018 Göttingen

oder per E-Mail an die Adresse support@gwdg.de mit dem Betreff „Kursanmeldung“ erfolgen. Für die schriftliche Anmeldung steht unter

<http://www.gwdg.de/index.php?id=799>

ein Formular zur Verfügung. Telefonische Anmeldungen können wegen der Einbeziehung der Kurse in die interne Kosten- und Leistungsrechnung der GWDG nicht angenommen werden. Aus diesem Grund können Anmeldungen auch nur durch den Gruppenmanager – eine der GWDG vom zugehörigen Institut bekannt gegebene und dazu autorisierte Person – oder Geschäftsführenden Direktor des Instituts vorgenommen werden. Die Anmeldefrist endet jeweils sieben Tage vor Kursbeginn. Sollten nach dem Anmeldeschluss noch Teilnehmerplätze frei sein, sind auch noch kurzfristige Anmeldungen in Absprache mit der Service-Hotline bzw. Information (Tel.: 0551 201-1523, E-Mail: support@gwdg.de) möglich.

6.1.3 Kosten bzw. Gebühren

Die Kurse sind – wie die meisten anderen Leistungen der GWDG – in das interne Kosten- und Leistungsrechnungssystem der GWDG einbezogen. Die bei den Kursen angegebenen Arbeitseinheiten (AE) werden vom jeweiligen Institutskontingent abgezogen. Für die Institute der Universität Göttingen und der Max-Planck-Gesellschaft erfolgt keine Abrechnung in EUR.

gen und der Max-Planck-Gesellschaft erfolgt keine Abrechnung in EUR.

6.1.4 Rücktritt und Kursausfall

Absagen durch die Teilnehmer oder die zugehörigen Gruppenmanager bzw. Geschäftsführenden Direktoren können bis zu acht Tagen vor Kursbeginn erfolgen. Bei späteren Absagen durch die Teilnehmer oder die zugehörigen Gruppenmanager bzw. Geschäftsführenden Direktoren werden die für die Kurse berechneten Arbeitseinheiten vom jeweiligen Institutskontingent abgebucht. Sollte ein Kurs aus irgendwelchen Gründen, zu denen auch die Unterschreitung der Mindestteilnehmerzahl bei Anmeldeschluss sowie die kurzfristige Erkrankung des Kurshalters gehören, abgesagt werden müssen, so werden wir versuchen, dies den betroffenen Personen rechtzeitig mitzuteilen. Daher sollte bei der Anmeldung auf möglichst vollständige Adressangaben inkl. Telefonnummer und E-Mail-Adresse geachtet werden. Die Berechnung der Arbeitseinheiten entfällt in diesen Fällen selbstverständlich. Weitergehende Ansprüche können jedoch nicht anerkannt werden.

6.1.5 Kursorte

Alle Kurse finden in Räumen der GWDG statt. Der Kursraum und der Vortragsraum der GWDG befinden sich im Turm 5 bzw. 6, UG des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie, Am Faßberg 11, 37077 Göttingen. Die Wegbeschreibung zur GWDG bzw. zum Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie sowie der Lageplan sind im WWW unter dem URL

<http://www.gwdg.de/index.php?id=13>

zu finden.

6.1.6 Ausführliche und aktuelle Informationen

Ausführliche Informationen zu den Kursen, insbesondere zu den Kursinhalten und Räumen, sowie aktuelle kurzfristige Informationen zum Status der Kurse sind im WWW unter dem URL

<http://www.gwdg.de/index.php?id=57>

zu finden. Anfragen zu den Kursen können an die Service-Hotline bzw. Information per Telefon unter der Nummer 0551 201-1523 oder per E-Mail an die Adresse support@gwdg.de gerichtet werden.

6.2 Kurse von Juni bis Dezember 2010 in thematischer Übersicht

EDV-Grundlagen und Sonstiges

Kurse	Termine	Vortragende
Datenschutz – Verarbeitung personenbezogener Daten auf den Rechenanlagen der GWDG	• 18.06.2010	Dr. Grieger
Führung durch das Rechnermuseum	• 11.06.2010 • 06.08.2010 • 03.09.2010 • 01.10.2010 • 29.10.2010 • 26.11.2010	Eyßell

Betriebssysteme

Kurse	Termine	Vortragende
Schnellkurs UNIX für Windows-Benutzer mit Übungen	• 15.06.2010 - 16.06.2010 • 28.09.2010 - 29.09.2010	Dr. Bohrer
Grundkurs UNIX/Linux mit Übungen	• 26.10.2010 - 28.10.2010	Hattenbach
UNIX für Fortgeschrittene	• 15.11.2010 - 17.11.2010	Dr. Sippel
UNIX/Linux-Arbeitsplatzrechner – Installation und Administration	• 06.12.2010 - 07.12.2010	Dr. Heuer, Dr. Sippel
UNIX/Linux-Server – Grundlagen der Administration	• 08.12.2010 - 09.12.2010	Dr. Heuer, Dr. Sippel
UNIX/Linux – Systemsicherheit für Administratoren	• 10.12.2010	Dr. Heuer, Dr. Sippel
UNIX/Linux-Tricks – Tippen statt Klicken?	• 24.09.2010	Dr. Heuer
Einrichten von Windows-PCs im GÖNET	• Neuer Termin! 21.09.2010	Eyßell, Quentin
Administration von PCs im Active Directory der GWDG	• 14.09.2010	Eyßell, Hast, Quentin

Netze / Internet

Kurse	Termine	Vortragende
Die IT-Sicherheitsrichtlinien der Universität Göttingen – Einführung für Anwender	• November 2010 (Der genaue Termin wird rechtzeitig bekannt gegeben.)	Dr. Beck
Mobile Dienste bei der GWDG	• 07.10.2010	Reimann

Grafische Datenverarbeitung

Kurse	Termine	Vortragende
Grundlagen der Bildbearbeitung mit Photoshop	<ul style="list-style-type: none"> • 01.06.2010 - 02.06.2010 • 31.08.2010 - 01.09.2010 	Töpfer
Photoshop für Fortgeschrittene	<ul style="list-style-type: none"> • 22.09.2010 - 23.09.2010 	Töpfer
InDesign – Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> • 05.10.2010 - 06.10.2010 	Töpfer

Sonstige Anwendungssoftware

Kurse	Termine	Vortragende
Einführung in die Statistische Datenanalyse mit SPSS (PASW)	<ul style="list-style-type: none"> • 17.06.2010 - 18.06.2010 	Cordes
Angewandte Statistik mit SPSS (PASW) für Nutzer mit Vorkenntnissen	<ul style="list-style-type: none"> • 18.11.2010 - 19.11.2010 	Cordes
Einführung in die Programme zur Sequenzanalyse	<ul style="list-style-type: none"> • 24.08.2010 - 25.08.2010 • 02.11.2010 - 03.11.2010 	Dr. Bohrer
Programme zur DNA-Analyse	<ul style="list-style-type: none"> • 23.11.2010 - 24.11.2010 	Dr. Liesegang
Programme zur Protein-Analyse	<ul style="list-style-type: none"> • 30.11.2010 - 01.12.2010 	Dr. Liesegang
Outlook – E-Mail und Groupware	<ul style="list-style-type: none"> • 30.09.2010 	Helmvoigt
PDF-Dateien: Erzeugung und Bearbeitung mit Adobe Acrobat	<ul style="list-style-type: none"> • 07.09.2010 - 08.09.2010 	Dr. Baier
PDF-Formulare mit Adobe Acrobat und Adobe Designer erstellen	<ul style="list-style-type: none"> • 16.09.2010 	Dr. Baier

Programmiersprachen

Kurse	Termine	Vortragende
Programmierung von Parallelrechnern	<ul style="list-style-type: none"> • 09.11.2010 - 11.11.2010 	Prof. Haan, Dr. Boehme, Dr. Schwarzmann

6.3 Kurse von Juni bis Dezember 2010 in chronologischer Übersicht

Kurs	Vortragende	Termin	Anmelde- schluss	AE
Grundlagen der Bildbearbeitung mit Photoshop	Töpfer	01.06.2010 - 02.06.2010 09:30 - 16:00 Uhr	25.05.2010	8
Führung durch das Rechner- museum	Eyßell	11.06.2010 10:00 - 12:30 Uhr	04.06.2010	0
Schnellkurs UNIX für Windows- Benutzer mit Übungen	Dr. Bohrer	15.06. - 16.06.2010 09:00 - 12:00 Uhr und 13:00 - 16:00 Uhr	08.06.2010	8

Kurs	Vortragende	Termin	Anmelde- schluss	AE
Datenschutz - Verarbeitung personenbezogener Daten auf den Rechenanlagen der GWDG	Dr. Grieger	18.06.2010 09:00 - 12:00 Uhr	11.06.2010	2
Einführung in die Statistische Datenanalyse mit SPSS (PASW)	Cordes	17.06.2010 - 18.06.2010 09:00 - 12:00 Uhr und 13:00 - 15:30 Uhr	10.06.2010	8
Führung durch das Rechnermuseum	Eyßell	06.08.2010 10:00 - 12:30 Uhr	30.07.2010	0
Einführung in die Programme zur Sequenzanalyse	Dr. Bohrer	24.08.2010 - 25.08.2010 09:00 - 12:00 Uhr und 13:00 - 16:00 Uhr	17.08.2010	8
Grundlagen der Bildbearbeitung mit Photoshop	Töpfer	31.08.2010 - 01.09.2010 09:30 - 16:00 Uhr	24.08.2010	8
Führung durch das Rechnermuseum	Eyßell	03.09.2010 10:00 - 12:30 Uhr	27.08.2010	0
PDF-Dateien: Erzeugung und Bearbeitung mit Adobe Acrobat	Dr. Baier	07.09.2010 - 08.09.2010 09:15 - 12:00 Uhr und 13:00 - 15:30 Uhr	31.08.2010	8
Administration von PCs im Active Directory der GWDG	Eyßell, Hast, Quentin	14.09.2010 09:00 - 12:30 Uhr und 13:30 - 15:30 Uhr	07.09.2010	4
PDF-Formulare mit Acrobat Professional und Adobe Designer erstellen	Dr. Baier	16.09.2010 09:15 - 12:00 Uhr und 13:00 - 16:15 Uhr	09.09.2010	4
Einrichten von Windows-PCs im GÖNET	Eyßell, Quentin	Neuer Termin! 21.09.2010 09:30 - 12:30 Uhr	14.09.2010	2
Photoshop für Fortgeschrittene	Töpfer	22.09.2010 - 23.09.2010 09:30 - 16:00 Uhr	15.09.2010	8
UNIX/Linux-Tricks – Tippen statt Klicken?	Dr. Heuer	24.09.2010 09:15 - 12:30 Uhr	17.09.2010	2
Schnellkurs UNIX für Windows-Benutzer mit Übungen	Dr. Bohrer	28.09. - 29.09.2010 09:00 - 12:00 Uhr und 13:00 - 16:00 Uhr	21.09.2010	8
Outlook – E-Mail und Groupware	Helmvoigt	30.09.2010 09:15 - 12:00 Uhr und 13:00 - 16:00 Uhr	23.09.2010	4
Führung durch das Rechnermuseum	Eyßell	01.10.2010 10:00 - 12:30 Uhr	24.09.2010	0
InDesign – Grundlagen	Töpfer	05.10.2010 - 06.10.2010 09:30 - 16:00 Uhr	28.09.2010	8
Mobile Dienste bei der GWDG	Reimann	07.10.2010 09:15 - 12:00 Uhr	30.09.2010	2

Kurs	Vortragende	Termin	Anmelde- schluss	AE
Grundkurs UNIX/Linux mit Übungen	Hattenbach	26.10.2010 - 28.10.2010 09:15 - 12:00 Uhr und 13:30 - 16:00 Uhr	19.10.2010	12
Führung durch das Rechner- museum	Eyßell	29.10.2010 10:00 - 12:30 Uhr	22.10.2010	0
Einführung in die Programme zur Sequenzanalyse	Dr. Bohrer	02.11.2010 - 03.11.2010 09:00 - 12:00 Uhr und 13:00 - 16:00 Uhr	26.10.2010	8
Programmierung von Parallel- rechnern	Prof. Haan, Dr. Boehme, Dr. Schwarzmann	09.11.2010 - 11.11.2010 09:15 - 12:15 Uhr und 13:30 - 16:30 Uhr	02.11.2010	12
UNIX für Fortgeschrittene	Dr. Sippel	15.11.2010 - 17.11.2010 09:15 - 12:00 Uhr und 13:00 - 15:30 Uhr	08.11.2010	12
Angewandte Statistik mit SPSS (PASW) für Nutzer mit Vorkennt- nissen	Cordes	18.11.2010 - 19.11.2010 09:00 - 12:00 Uhr und 13:00 - 15:30 Uhr	11.11.2010	8
Programme zur DNA-Analyse	Dr. Liesegang	23.11.2010 - 24.11.2010 09:00 - 12:00 Uhr und 13:00 - 16:00 Uhr	16.11.2010	8
Führung durch das Rechner- museum	Eyßell	26.11.2010 10:00 - 12:30 Uhr	19.11.2010	0
Programme zur Protein-Analyse	Dr. Liesegang	30.11.2010 - 01.12.2010 09:00 - 12:00 Uhr und 13:00 - 16:00 Uhr	23.11.2010	8
UNIX/Linux-Arbeitsplatzrechner – Installation und Administration	Dr. Heuer, Dr. Sippel	06.12.2010 - 07.12.2010 09:15 - 12:00 Uhr und 13:30 - 16:00 Uhr	29.11.2010	8
UNIX/Linux-Server – Grundlagen der Administration	Dr. Heuer, Dr. Sippel	08.12.2010 - 09.12.2010 09:15 - 12:00 Uhr und 13:30 - 16:00 Uhr	01.12.2010	8
UNIX/Linux-Systemsicherheit für Administratoren	Dr. Heuer, Dr. Sippel	10.12.2010 09:15 - 12:00 Uhr und 13:30 - 15:00 Uhr	03.12.2010	4

7. Betriebsstatistik April 2010

7.1 Nutzung der Rechenanlagen

Rechner	Zahl der Prozessoren	CPU-Stunden
Linux Opteron	96	880,80
SGI Altix	508	329.285,98
Woodcrest-Cluster	604	287.727,19

7.2 Betriebsunterbrechungen

Rechner/PC-Netz	Störungen		Systempflege	
	Anzahl	Stunden	Anzahl	Stunden
UNIX-Cluster	0		0	
Linux Opteron	1	4,80	0	
SGI Altix	1	80,30	0	
Woodcrest-Cluster	1	4,80	0	
PC-Netz	0		0	
Nameserver	0		0	
Mailsysteme	1	37,20	0	

8. Autoren dieser Ausgabe

Name	Artikel	E-Mail-Adresse / Telefon-Nr.
Manfred Eyßell	<ul style="list-style-type: none"> Heinz Billing – der Erbauer der ersten deutschen Elektronenrechner (Teil 2) 	meysse@gwdg.de 0551 201-1539
Dr. Wilfried Grieger	<ul style="list-style-type: none"> Öffnungszeiten des Rechenzentrums um Pfingsten 2010 	wgrieger@gwdg.de 0551 201-1512
Dr. Konrad Heuer	<ul style="list-style-type: none"> Verabschiedung von Manfred Hente 	kheuer@gwdg.de 0551 201-1540
Dr. Thomas Otto	<ul style="list-style-type: none"> Informationsveranstaltung zu Mac OS X Snow Leopard 	Thomas.Otto@gwdg.de 0551 201-1828
Timo Scheller	<ul style="list-style-type: none"> Erzeugung von Zertifikatsanträgen mit „Subject Alternative Name“ für virtuelle Webserver auf Basis von OpenSSL für die DFN-PKI 	tschell@gwdg.de 0551 201-1559