

*Institut für Nachrichtenvermittlung und Datenverarbeitung
der TH Stuttgart*

2. Bericht

über

*verkehrstheoretische und vermittlungstechnische
Arbeiten.*

1.3.1961

**Institut für Nachrichtenvermittlung
und Datenverarbeitung
der Technischen Hochschule Stuttgart**
Bretscholdstraße 2
Telefon 29 97 31 Durchwahl 2 99 73 - 543

2. Bericht

über vermittlungstechnische und ver-
kehrstheoretische Untersuchungen.

Inhalt.

Über einen grundsätzlichen Funktionsmangel
der Leitwegsteuerung in der Volltechnik der
Landesfernwahl.

- I Übersicht.
- II Begründung.
- III Folgen, Provisorien zur vorläufigen Abhilfe.
- IV Berechnung der Fehlerhäufigkeit.

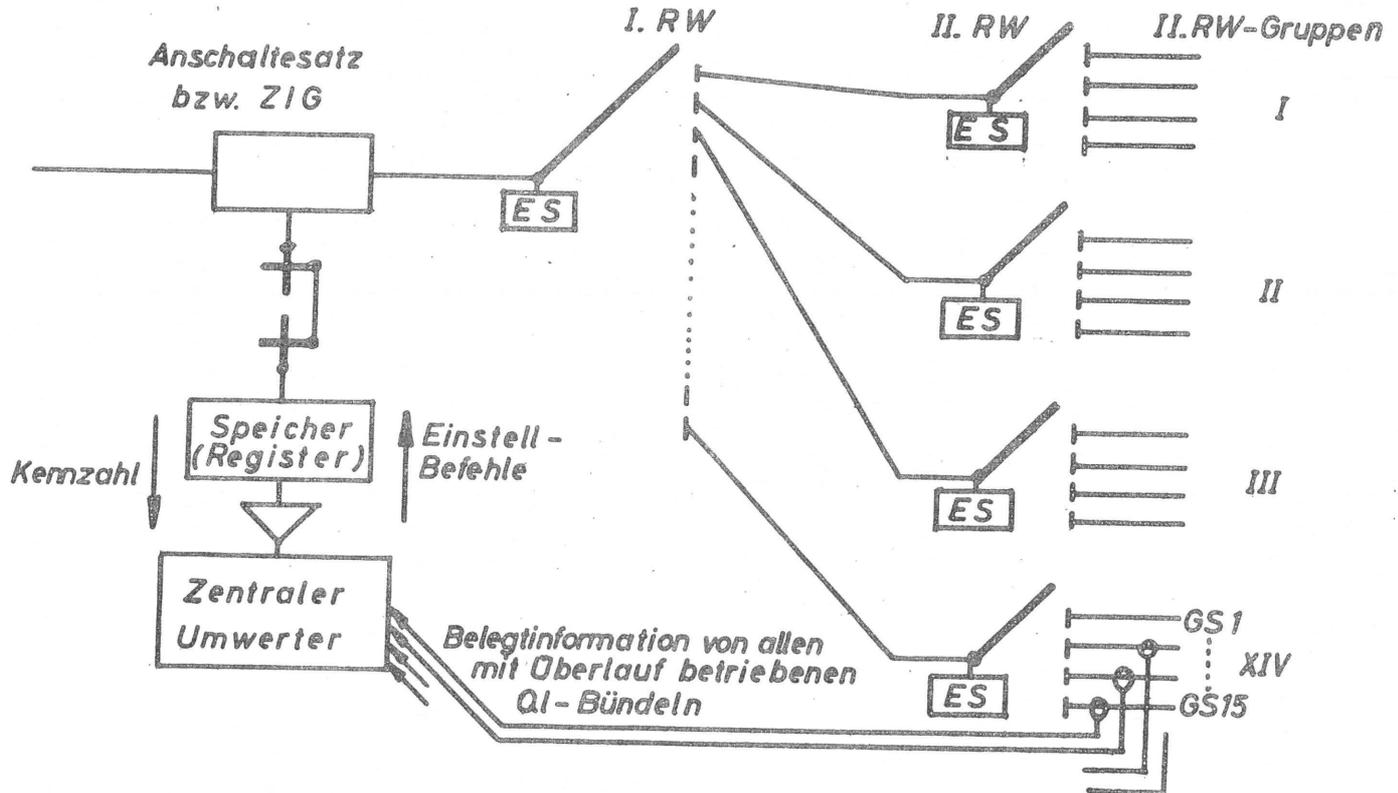
I. Übersicht.

1. Ein integrierender Bestandteil der Leitwegsteuerung und der Netzgestaltung in der Landesfernwahl ist die Verkehrslenkung über Querleitungsbündel, von welchen die nicht verarbeiteten Angebotsreste überlaufen auf Zweit-Kennzahlwege zu fremden Zentralämtern oder/und den Kennzahlweg zum eigenen Zentralamt.

Das logische Konzept der dafür vorgesehenen Leitwegsteuerung in der "Volltechnik" weist jedoch in seiner technischen Verwirklichung einen **g r u n d s ä t z l i c h e n** und auf die Dauer betrieblich nicht tragbaren Mangel auf, der kaum ohne wesentliche Änderungen der Speicher und/oder des Umwertes und/oder der Gruppierung behoben werden kann.

Nachstehend wird dieser Funktionsmangel beschrieben.

2. In der Volltechnik der Landesfernwahl sollen Verbindungen in größeren Knotenämtern und in Hauptämtern des aufsteigenden Kennzahlweges in der Regel über **z w e i** in Reihe liegende Richtungswahlstufen (RW-Stufen) durchgeschaltet werden.



Die II. Richtungswahlstufe umfaßt max. 15 RW-Gruppen, deren jede über max. 15 Gruppenschritte (Koppelpunktegruppen), 15 verschiedene Abnehmerbündel erreicht. An einem der 15 Gruppenschritte (GS) der ersten RW-Stufe oder einem GS in einer der 15 zweiten RW-Gruppen soll der Kennzahlweg in Richtung zum eigenen Zentralamt liegen.

Ein "mechanischer Überlauf" eines II. Richtungswählers über die erreichbaren aber belegten Ausgänge eines Querleitungs-Bündels (QI-Bündels) und von dort weiter auf die Ausgänge des Kennzahlweges (evtl. eines Zweit-Kennzahlweges) scheidet als einheitliche technische Lösung für Überlauf-Belegungen also aus.)*

3. Die Leitwegsteuerung der Volltechnik will deshalb durch entsprechende Informationen über den Belegungsstatus der Querleitungs-bündel den Zentralen Umwerter so beeinflussen, daß er das vergebliche Absuchen eines QI-Bündels vorhersehen und eine Belegung in diesem Falle sogleich auf einen Alternativweg (Kennzahlweg, Zweitkennzahlweg) durchschalten kann.

Der Überlauf der von den Querwegen nicht verarbeiteten Anrufe kann und soll also nicht in Form einer erfolglosen mechanischen Einstellbewegung eines RW erfolgen, sondern auf Grund von Belegt-Informationen quasi im voraus in der logischen Schaltung des Umwerter.

*) abgesehen von der wirtschaftlich indiskutablen Lösung, solche Kennzahlwege auf allen II.RW-Gruppen parallel aufzulegen.

Zur Abkürzung sprechen wir deshalb im folgenden vom Logischen Überlauf im Gegensatz zum Mechanischen Überlauf. Diese Fähigkeit des Umwerters zum "Logischen Überlauf" ist eine wesentliche Voraussetzung für die Gruppierungen der Volltechnik.

Der Umwerter besitzt diese Fähigkeit aber keineswegs, weil er nur unzureichende Informationen über den Belegungszustand der Querleitungsbündel erhält und die angewandte Technik vollständige Informationen gar nicht zuläßt.

Die in Abschnitt IV durchgeführte Rechnung ergibt, daß bei betriebsüblichen Verkehrswerten, Bündelgrößen und Erreichbarkeiten der Richtungswähler, der "Logische Überlauf" wegen unzureichender Information des Umwerters in ca. 30 - 90 % aller Überlauf-Fälle versagt. Nachstehende Tafel zeigt dies an einigen Werten. Eine noch bessere Übersicht über die Auswirkung des Fehlers geben die Diagramme in Anlage 1, 2 und 3.

Leitungszahl des Ql-Bündels	Erreichbarkeit k des RW	Überlauf planmäßig %	Versagen des Umwerters (kein logischer Überlauf) in % aller Überlauffälle
15	10	10 %	40 %
20	10	20 %	51 %
40	10	5 %	91,5 %
30	20	5 %	42 %
50	20	5 %	72 %
50	20	20 %	64 %

II. Gründe für das Versagen des logischen Überlaufs.

1. Der Umwerter erhält in seiner derzeitigen Form folgende Eingabeinformationen:

- a) Die Zielinformation in Form der Kennziffern;
- b) Belegt-Informationen der Ql-Bündel durch die sogenannte Bündelbesetzungskontrolle.

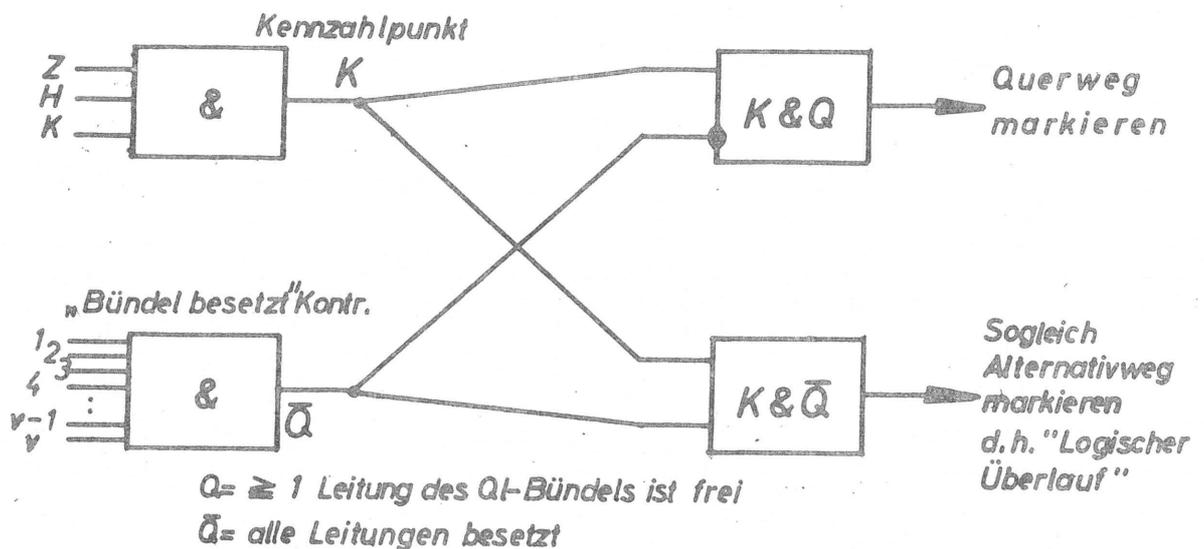
Hierbei handelt es sich je Bündel um eine einfache Koinzidenzschaltung mit v_q Eingängen von den v Leitungen des Bündels (c-Ader) und mit einem Ausgang zum Umwerter.

Anhand der Informationen a) und b) muß der Umwerter über den Logischen Überlauf entscheiden. Daß dies nicht einwandfrei möglich sein kann, verdeutlicht nachstehende Skizze:

Es bedeutet K die Information über das Ziel der Verbindung, ermittelt aus den Kennziffern;

ferner bedeutet " Q " die Information: Im fraglichen Querleitungsbündel sind noch $x \geq 1$ Leitung frei;

ferner bedeutet " \bar{Q} " die Verneinung von Q , also den Zustand "alle v_q Leitungen des Querleitungsbündels sind belegt"



2. Man erkennt sofort, daß die Alternative Q oder \bar{Q} , also ($x < v_q$) oder ($x = v_q$) der sog. "Bündel-Besetztkontrolle" für eine Entscheidung über den Logischen Überlauf nicht ausreicht:

Nur in den seltenen Fällen kleiner, und deshalb noch mit vollkommener Erreichbarkeit abgesuchter, QI -Bündel ($k = v_q$) ist die Aussage \bar{Q} für eine Entscheidung "Logischer Überlauf" hinreichend.

Im Regelfall ist jedoch die Erreichbarkeit der Richtungs-wähler je Bündel $k < v_q$.

Die Bündelbesetztkontrolle erf a ß t a b e r n u r den mit der Verlustwahrscheinlichkeit B_0 des vollkommenen Bündels auftretenden Anteil der Ü b e r l a u f f ä l l e " w e g e n V o l l b e l e g u n g " .

Sie müßte aber alle jene Überlauffälle erfassen, die wegen "Belegung der erreichbaren Ausgänge" auftreten. Diese Fälle treten mit der tatsächlichen Verlustwahrscheinlichkeit B_k des unvollkommen abgesuchten Q1-Bündels auf.

Es ist allgemein bekannt, daß im Falle vorgegebener Belastung y eines Bündels dessen Verlust B_k bei unvollkommenem Absuchen weit höher sein kann, als der bei vollkommenem Absuchen entstehende Verlust B_0 . Der "Logische Überlauf" kann deshalb nur bei B_0/B_k 100 % aller Überlaufbelegungen funktionieren. Dagegen wird es bei

$$F = \left\{ 1 - \frac{B_0}{B_k} \right\} \cdot 100 \%$$

aller Überlaufbelegungen zu einer Fehlentscheidung des Umwerters und damit zu einer falschen Markierung der RW kommen.

3. Für eine richtige Entscheidung des Umwerters hinsichtlich des Logischen Überlaufs bedürfte es anstelle der unzureichenden Information Q bzw. \bar{Q} folgender ausführlicher aber nur sehr kompliziert zu gewinnender "Durchlaßinformation":

"Jener Wähler innerhalb der markierten Gruppe von II. RW, der von einem bestimmten belegten I.RW in freier Wahl gefunden werden wird (!), wird seinerseits beim Absuchen des markierten Q1-Bündels auf seinen in die Mischung einschneidenden k Ausgängen eine freie Leitung vorfinden bzw. nicht vorfinden."

Eine derart ausführliche Durchlaß-Information an den Umwerter widerspricht dem Prinzip der direkten Freiwahl der I.RW und der II. RW nach jeweils vorangegangener Markierung des Gruppenschritts.

Jeder Versuch, eine derartige Durchlaßinformation durch logische Verknüpfung von Bündelzustand, Mischungsplänen und Position der I. RW und der II. RW innerhalb der Mischung zu erhalten, führt auf komplizierte logische Netzwerke, die denjenigen von Crossbar-Linksystemen mit Gruppenwahl ähnlich werden.

Folge: Die Leitwegsteuerung der Volltechnik genügt nicht der Gruppierung der Volltechnik. Leitwegsteuerung und/oder Gruppierung müssen geändert werden, um einen einwandfreien Betrieb zu ermöglichen.

III. Folgen für die Praxis.

1. Überlaufverkehr in verdeckten Hauptämtern am Sitze von Zentral- ämtern.

- 1.1. Die I. und II. Richtungswähler der verdeckten HÄ in ZÄ müssen insgesamt 8 Gruppenschritte zu den 8 derzeitigen Zentralämtern aufweisen. Diese Gruppenschritte sollen f r e i z ü g i g auf die RW-Gruppen aufgeteilt werden können (in der Regel auf II. RW). Dadurch wird eine ZGW-Gruppe für das HA eingespart (ausgenommen einige "Ableit-ZGW").

Da der "Logische Überlauf" aber häufig nicht funktioniert, gelangt nur ein Teil des für die 8 ZL-Bündel bestimmten Restangebots auch wirklich auf die betreffenden Gruppenschritte. Die übrigen (ca. 30-90 %) Verkehrsrestesuchen ihre Q1-Bündel zuerst m e c h a n i s c h erfolglos ab und g e l a n g e n dann nach vorangegangener Auslösung in einem 2. Einstellvorgang über I. RW auf die s e h r w e n i g e n ZGW, die "für A b - g l e i t b e l e g u n g e n" vorgesehen sind.

Zahlenbeispiel: in einem HA am Sitze des ZA mögen planmäßig insgesamt 150 Erlang auf die 8 abgehenden ZL-Bündel überlaufen. Bei einer durchschnittlichen Größe der Q1-Bündel von $v_q = 20+25$ Leitungen, einem Plan-Überlauf von 15 % und einer Erreichbarkeit $k = 10$, wird der Umwerter nur ca 40 % $\hat{=} 60$ Erlang richtig auf die Kennzahlwege an den II.-RW steuern; dagegen werden rd. 90 Erlang auf eine kleine Gruppe von Ableit-ZGW fehlgeleitet (z.B. 1 Gestellrahmen mit 16 ZGW). Selbstredend entstehen dann sehr große Verluste.

1.2. A b h i l f e m ö g l i c h k e i t e n wären z.B.:

- 1.2.1. Provisorische Vergrößerung der Gruppe der Ableit-ZGW zu einer Gruppe von "Überlauf-ZGW" derart, daß der große mechanische Überlauf aufnehmbar ist (Berechnung mit den Diagrammen in Anlage 1,2,3).

Nachteile: Jede Verbindung über die Überlauf-ZGW benötigt 1+2 sec. mehr Durchschaltezeit.

Das Verfahren ist unwirtschaftlich, da für diesen Verkehrswert des "Mechanischen Überlaufs" nun Schaltglieder d o p p e l t i n v e s t i e r t worden sind, sowohl II.-RW, als auch ZGW.

Die ZL-Gruppenschritte der RW und jene der Überlauf-ZGW müßten außerdem je ZL-Bündel z u s a m m e n g e m i s c h t werden. Dies ist n u r d a n n e i n w a n d f r e i möglich, wenn RW- und ZGW-Gruppenschritte je Richtung die g l e i c h e E r r e i c h b a r k e i t k aufweisen. Eine hohe Erreichbarkeit k für die ZL-Bündel ist aber in der Regel nicht möglich, weil sie begrenzt wird durch die Ausgangszahl der 110-teiligen Vierdraht-ZGW. Mischwähler oder 220-teilige Überlauf-ZGW z u s ä t z l i c h zu den wegen mechanischem Überlaufs schon unterbelasteten ZL-Gruppenschritten der II.RW und zusätzlich zu den Überlauf ZGW sind wirtschaftlich nicht vertretbar.

1.2.2. Gassenweise Gruppierung der II.RW.

Es werden die Q1-Bündel so gruppiert, wie es in einem KA_{ZA} der "Gassentechnik" üblich ist. Der I.RW hat dann im wesentlichen die Funktionen eines markierten ZGW.

Jede II. RW - Gruppe wickelt den Verkehr in jeweils einen ZA-Bereich ab. Der Gruppenschritt ihres Kennzahlweges wird im mechanischen Überlauf erreicht. Das Verfahren ist voraussichtlich wirtschaftlicher als die Notlösung gem. 1.2.1.

Es tritt kein Durchschaltezeitverlust ein.

Es muß vom Umwerter in der Regel nur noch ein Richtungscode angegeben werden. Der nun verfügbare zweite Richtungscode könnte z.B. für eine Umweglenkung über fremde ZA-Bereiche verwendet werden oder auch allgemein für jene Fälle, in denen Großstörungen im Netz eine ungewöhnliche Leitweglenkung erfordern.

Nachteile: Wenn mehr als 8 II.RW-Gruppen für 8 ZÄ notwendig werden, muß derselbe Kennzahlweg u.U. parallel an jenen zwei oder mehr II.RW-Gruppen aufgelegt werden, welche Q1-Bündel nach demselben ZA-Bereich enthalten.

Die freizügige Aufteilung der Koppelpunkte aller II.RW-Gruppen geht verloren.

2. Verkehrsreste die in KÄ bzw. HA zunächst auf Zweit-Kennzahlwege zu fremden HÄ bzw. ZÄ überlaufen sollen:

2.1. Jener Verkehrsanteil, der das Q1-Bündel mechanisch überläuft, gelangt nicht auf den vorgeschriebenen Zweitweg. Der Zweitweg wird nur erreicht, wenn der Umwerter "Logischen Überlauf" veranlaßt.

Folge: Der Verkehrsanteil des "Mechanischen Überlaufs" (30 - 90 % des Plan-Überlaufs zum Zweit-Kennzahlweg) gelangt nach vorangehender Auslösung der RW in einem zweiten Einstellvorgang, verzögert um 1 bis 2 Sekunden auf den Erst-Kennzahlweg zum eigenen HA bzw. ZA. Dieser Verkehrsanteil belastet -oder überlastet- also "Umwege", während der eingeplante und meist kürzere Zweit-Kennzahlweg unterbelastet bleibt.

Verbietet man einen "sekundären Überlauf" zum Erstkennzahlweg, so tragen die obigen Fälle mechanischen Überlaufs voll zum Verlust bei. Es entstehen also z.B. statt 20 % planmäßigen Überlaufs nur 2 - 14 % Überlauf und $20 \cdot 0,3 + 20 \cdot 0,9 = 6 + 18 = 24$ % Angebotsverlust.

2.2. Beispiel: Der im HA/KA Karlsruhe vom Querleitungsbündel Karlsruhe zum HA Mannheim mechanisch überlaufende Verkehrsrest wird fälschlich nicht den Zweit-Kennzahlweg nach Frankfurt einschlagen, sondern statt dessen auf dem Umweg über

Stuttgart nach Frankfurt gelangen, also wesentlich mehr Sprechkreiskilometer belasten. Ausserdem ist dieser Verkehrsanteil in die Bündel Karlsruhe-Stuttgart-Frankfurt nicht eingeplant, wird also zu deren Überlastung führen.

2.3. Abhilfemöglichkeiten wären z.B.:

2.3.1. Gruppierung in Gassentechnik, d.h. Zweitwege stets auf jene II. RW-Gruppe legen, welche auch die zugehörigen Q1-Bündel enthält. Grundsätzlich mechanisch den Überlauf auf Zweitweg vorsehen. Speicherschaltung dementsprechend ändern. Der kleine sekundäre Überlauf vom Zweitweg zum Erstkennzahlweg könnte dann u.U. mit Auslösung der I. und II. RW und Neubelegung des I. RW zugelassen werden. Kein Durchschaltezeitverlust, "Gassentechnik im HA";

oder

2.3.2. Speicherschaltung derart abändern, dass das Erreichen des Q1-Durchdrehschrittes nach mechanischem Überlaufen eines Q1-Bündels im Speicher folgendes fest eingeprogrammiertes Programm auslöst: "I. u. II.-RW auslösen und Neueinstellung der I. u. II.-RW auf den Zweitkennzahlweg".

Nachteil: Die Abänderung des Speichers würde bei dieser Lösung voraussichtlich grossen Umfang annehmen. Der Durchschaltezeitverlust bleibt erhalten.

2.3.3. Speicherschaltung und Umwerterschaltung so abändern, dass das Erreichen des Q1-Durchdrehschrittes eine erneute Anforderung des Speichers beim Umwerter auslöst mit dem Inhalt "Richtungscode für Zweitkennzahlweg".

Der Durchschaltezeitverlust bleibt erhalten, der Umwerter wird zusätzlich belastet.

3. Verkehrsreste, welche in Knotenämtern bzw. offenen Hauptämtern auf den am I. RW angeschlossenen Kennzahlweg in Richtung zum eigenen Hauptamt bzw. Zentralamt überlaufen:

Für jede Verbindung, die erst nach vorangegangenem "Mechanischem Überlauf" durch Absuchen des Kennzahlweges erfolgreich wird, entsteht ein Mehrbedarf von ca. 1-2 sec für die Durchschaltung, weil nun ein zweiter Einstellvorgang des I. RW notwendig wird.

IV. Berechnung der Häufigkeit F des Versagens des "Logischen Ueberlaufs".

1. Berechnung mit FTZ-Diagrammen.

Die Berechnung der Häufigkeit F jener Fälle, in welchen der Umwerter die Notwendigkeit des Ueberlaufs nicht erkennt, d.h. in welchen der "Logische Ueberlauf" versagt, und mechanischer

Überlauf eintritt, kann auf einfachste Weise aus den bekannten Verlustdiagrammen des FTZ 503 Di 1180 mit Hilfe zweier Ableesungen ermittelt werden:

- 1.1. Für ein gegebenes Wertepaar (y, v) erhält man für vollkommene Bündel, dsgl. auch für $k = 10$ oder $k = 20$, den auf die Belastung y bezogenen Verlust $V\%$ aus den Diagrammen FTZ 503 Di 1180. Es ist dann der Angebotsverlust

$$B = \frac{V\%}{100 + V\%} \cdot 100\%$$

- 1.2. Rechenbeispiel: $y = 23,7$ Erlang, $v_q = 30$ Leitungen des Q1-Bündels, $k = 10$ Erreichbarkeit der RW.

Dies ergibt als Verlust des vollkommenen Bündels

$$V_0 = 4,5\% \text{ also } B_0 = \frac{4,5}{104,5} \cdot 100\% = 4,3\%$$

Ferner liest man für die Erreichbarkeit $k = 10$ ab:

$$V_k = 22\%, \text{ also ist } B_k = 18\%; \text{ damit wird}$$

$$F = \left(1 - \frac{B_0}{B_k} \right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{4,3}{18} \right) \cdot 100\% \approx 76\%$$

2. Berechnung nach Abschnitt IV des 1. Arbeitsberichtes vom 1.12.1960
-

Nachstehendes Verfahren ist geringfügig genauer. Es ist vor allem auch für jene Werte k geeignet, für die keine FTZ-Diagramme vorliegen.

- 2.1. Der Verlust eines vollkommen abgesuchten Bündels mit der vorgegebenen Belastung y und der Leitungszahl v ist bekanntlich nach A.K. Erlang

$$B_0 = E_v(A_0) = \frac{\frac{A_0^v}{v!}}{\sum_{\xi=0}^v \frac{A_0^\xi}{\xi!}}$$

wobei $A_0 = \frac{y}{1-B_0}$ gewählt werden muss.

Der Verlust desselben Bündels mit demselben Wertepaar (y, v) jedoch bei Absuchen mit der Erreichbarkeit $k < v$ ist nach Abschnitt IV unseres Arbeitsberichtes vom 1.12.1960:

$$B_k = \frac{E_v(A_0)}{E_{v-k}(A_0)}$$

Der Prozentsatz F der "Versager des Logischen Ueberlaufs" wird damit

$$F = \left(1 - \frac{B_0}{B_k} \right) \cdot 100 \% = \left\{ 1 - E_{v-k}(A_0) \right\} \cdot 100 \%$$

Rechenbeispiel wie in IV/ 1.2:

$y = 23,7$ Erlang, $v_q = 30$ Leitungen, Erreichbarkeit der RW
 $k = 10$.

Dies ergibt $F \approx 72\%$ Fehlaussagen.

(In Ziff. 1.2 hatte sich $F \approx 76\%$ ergeben.)

Nach diesem Verfahren sind Werte der Tabelle auf Seite 3 und die Diagramme in Anlage 1, 2 und 3 berechnet worden.

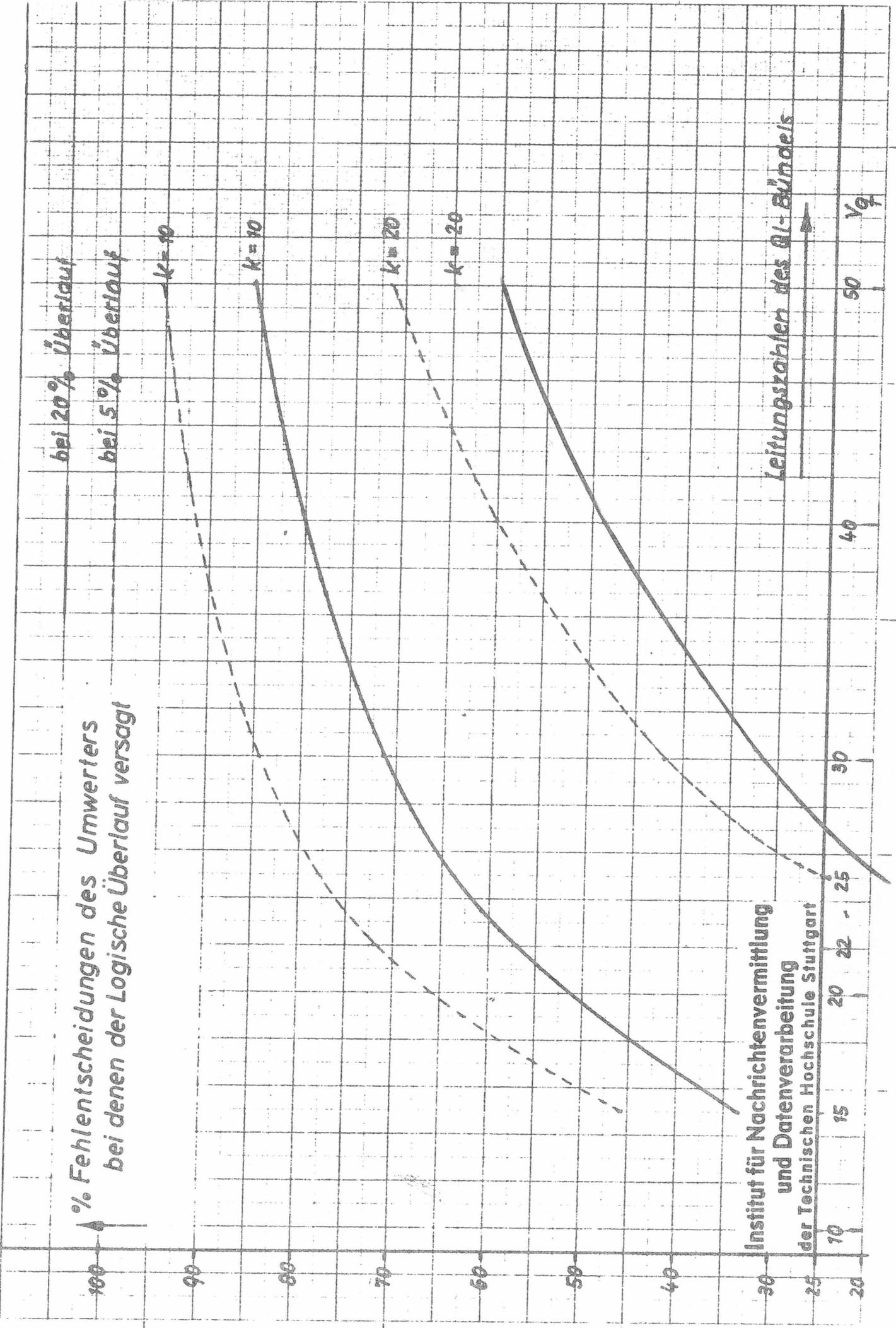
% Fehlentscheidungen des Umwärters
bei denen der Logische Überlauf versagt

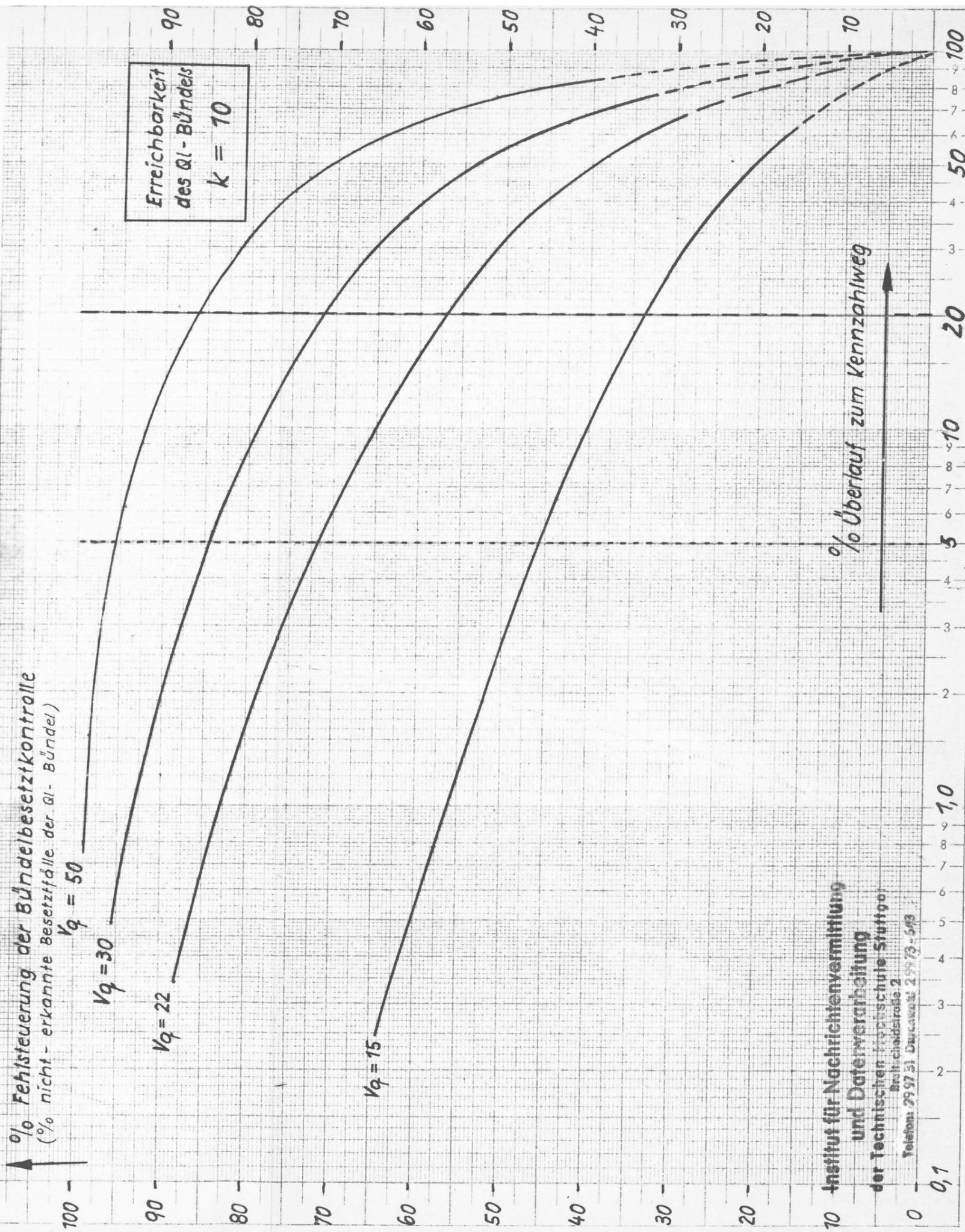
bei 20% Überlauf
bei 5% Überlauf

$k=10$
 $k=10$
 $k=20$
 $k=20$

Leitungszahlen des Q1-Bündels

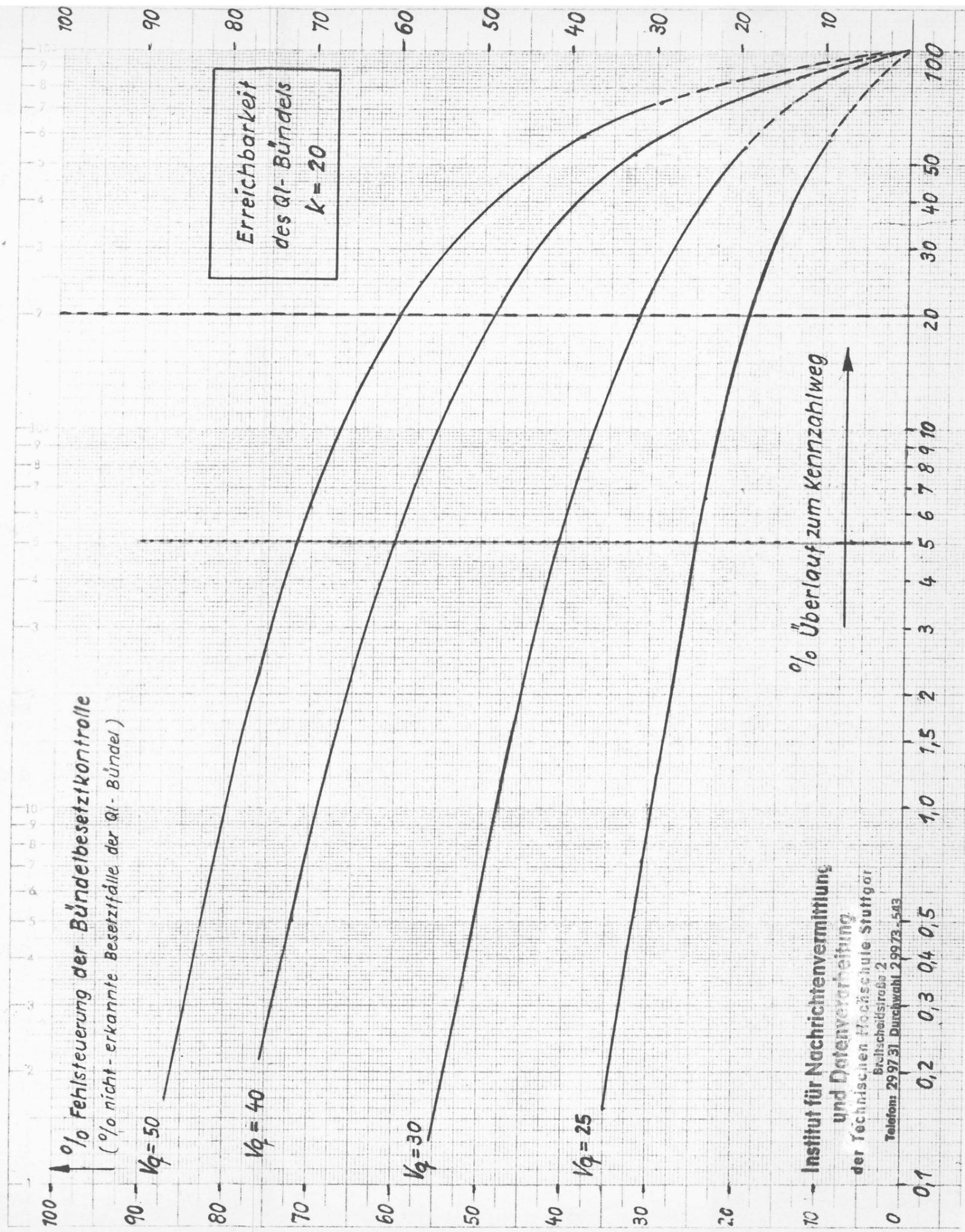
Institut für Nachrichtenvermittlung
und Datenverarbeitung
der Technischen Hochschule Stuttgart





Institut für Nachrichtenvermittlung
 und Datenverarbeitung
 der Technischen Hochschule Stuttgart
 Besseledstr. 2
 Telefon 2997 51 Du. 29973-5/3

Eine Achse logar. geteilt von 1 bis 1000, Einheit 90 mm, die andere in mm.



Institut für Nachrichtenvermittlung
 und Datenverarbeitung
 der Technischen Hochschule Stuttgart
 Beilsteinsstraße 2
 Telefon: 29 97 31 Durchwahl 2 99 73 - 543