

HEINRICH-HERTZ-INSTITUT - BERLIN-CHARLOTTENBURG

Technischer Bericht Nr. 187

Belegungsdauern und Wiederholungsabstände
bei Anrufversuchen im öffentlichen Fernspreverkehr

von

Dr.-Ing. Rolf Evers

Ing. grad. Klaus E. Anders

B e r l i n

1 9 7 5

EINSTEINUFER 37

1000 BERLIN 10



Belegungsdauern und Wiederholabstände bei Anrufversuchen
im öffentlichen Fernspreverkehr

Zusammenfassung

Der einem Fernsprechsystem von den Teilnehmern angebotene Verkehr wird durch Belegungsabstände und Belegungsdauern beschrieben. Dabei wird vorausgesetzt, daß blockierte Anrufversuche ohne Nachwirkung aus dem System verschwinden und die vom System verarbeiteten Anrufe erfolgreich sind, d.h. zu einem Gespräch führen. Bei einer genaueren Beschreibung des Verkehrsprozesses muß man berücksichtigen, daß blockierte Versuche mit hoher Wahrscheinlichkeit vom Teilnehmer wiederholt werden und daß auch Anrufversuche, die wegen Besetzt oder Nichtmelden des gerufenen Teilnehmers erfolglos bleiben, mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit Wiederholungen zur Folge haben. Bei kurzen Wiederholabständen genügt zur Beschreibung des Verkehrsprozesses nicht die Angabe der sich ergebenden Zusatzverkehre, sondern man muß die Verteilung der Wiederholabstände kennen.

Im vorliegenden Bericht wird, ausgehend von den Ergebnissen einer Messung in einer Ortsvermittlungsstelle, die Verteilung der Belegungsdauern und der Wiederholabstände in Abhängigkeit von der Mißerfolgsursache, der Ordnungszahl des Versuchs, der Verkehrsart, der Tageszeit und der Teilnehmerklasse angegeben. Soweit der Stichprobenumfang ausreicht, werden die Kenngrößen von Näherungsfunktionen zur Beschreibung der Verteilungen herangezogen.

Heinrich-Hertz-Institut

Die Bearbeiter

R. Evers

(Dr.-Ing. Rolf Evers)

K.-E. Anders

(Ing.grad. Klaus-E. Anders)

Der Abteilungsleiter

R. Evers

(i.V. Dr.-Ing. R. Evers)

Der Geschäftsführer

H. Ohnsorge

(Dr.-Ing. H. Ohnsorge)

Berlin-Charlottenburg, den 10.11.1975



<u>Inhalt</u>	Seite
1. Einleitung	1
2. Art der Darstellung	2
3. Darstellung und Diskussion der Ergebnisse	5
3.1 Belegungsdauern	5
3.2 Wiederholabstände	15
4. Zusammenfassung	32
5. Literaturverzeichnis	34



1. Einleitung

In /1/ und /2/ wurde über Ergebnisse einer Meßreihe berichtet, die im ersten Halbjahr 1974 in einer Vermittlungsstelle des öffentlichen Fernsprechnetzes durchgeführt wurde. Zweck der Messung war die Untersuchung des Verhaltens von Teilnehmern am öffentlichen Fernspreckverkehr. Das Verhalten von etwa 500 Teilnehmern eines Vermittlungsstellenbereiches nahe dem Zentrum von Berlin wurde, jeweils eine Woche lang werktags von 8 - 21 Uhr, mit einer automatischen Meßeinrichtung beobachtet. Die Teilnehmer wurden nach der Art der Nutzung ihres Anschlusses (vorwiegend geschäftlich oder privat) und nach der mittleren Höhe ihres Gebührenaufkommens in Teilnehmerklassen eingeteilt. Die registrierten Anrufversuche wurden nach der Erfolgsklasse (erfolgreich, erfolglos wegen Gassenbesetzt, wegen B-Teilnehmerbesetzt etc.) und nach der Ordnungszahl des Versuchs (erster, unabhängig einfallender Versuch, zweiter Versuch ($\hat{=}$ erste Wiederholung) etc.) klassifiziert. Die Ergebnisse der Klassifizierung sind in /1/ dargestellt. In /2/ ist die Verteilung der teilnehmerabhängigen Zeitintervalle innerhalb von Belegungen (Wählverzug, Wählpausen etc.) beschrieben.

Der vorliegende Bericht beschäftigt sich mit der Belegungsdauer der Anrufversuche und den Abständen zwischen erfolglosen Anrufversuchen und ihren Wiederholungen. Wenn man die Belastung des Fernsprechnetzes durch erfolglose Anrufversuche abschätzen will, muß man die Dauer der Belegungen kennen. Sie ist, wie die Ergebnisse zeigen werden, stark von der Erfolgsklasse abhängig. Die Verteilung der Wiederholabstände ist nur dann von Bedeutung, wenn die Wiederholungen den vorangegangenen erfolglosen Versuchen in so kurzem Abstand folgen, daß eine statistische Abhängigkeit zwischen ihnen besteht und daher Abweichungen vom Poissonprozeß auftreten. In /3/ wird an einem einfachen Modell (vollkommenes Bündel mit 10 Abnehmerleitungen) gezeigt, daß sich bei mittleren Wiederholabständen $t_m \approx 12$ s nach Gassenbesetzt und $t_m \approx 39$ s nach anderen erfolglosen Versuchen eine deutlich höhere Blockierungswahrscheinlichkeit ergibt als im Erlangischen Modell mit äquivalentem Poissonverkehr (z.B. 0,04 % gegen 0,02 %).

In /4/ wird für ein vollkommenes Bündel mit 20 Abnehmerleitungen und einem Erlangischen Verlust von ca. 1,4 % mit Hilfe einer zeittreuen Simulation gezeigt, daß erst bei einem mittleren Wiederholungsabstand von mehr als 100 s die Blockierungswahrscheinlichkeit unabhängig vom Wiederholabstand wird. Ob die statistische Abhängigkeit des Wiederholverkehrs berücksichtigt werden muß, hängt sicher nicht nur vom Teilnehmerverhalten, sondern auch von Systemparametern ab (Größe der zu berechnenden Anordnung, Lage im Netz); die Frage sollte im Einzelfall konkret durch Abschätzungen überprüft werden. Die in diesem Bericht zusammengestellten Ergebnisse sollen die das Teilnehmerverhalten kennzeichnenden Parameter für diese Überprüfung liefern.

2. Art der Darstellung

Die Verteilung der Belegungsauern wird zunächst durch den arithmetischen Mittelwert und die empirische Streuung der gemessenen Stichproben beschrieben.

$$T_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i$$

N Anzahl der Stichprobenwerte

$t_i = t_{iE} - t_{iA}$ Stichprobenwerte

t_{iE} Zeitpunkt des Belegungsendes (Auflegen des Handapparates durch den rufenden Teilnehmer bei abgehendem bzw. durch den gerufenen Teilnehmer bei ankommendem Verkehr)

t_{iA} Zeitpunkt des Belegungsanfangs (Abheben des Handapparates durch den rufenden Teilnehmer bei abgehendem Verkehr bzw. Zeitpunkt des Belegens der c-Ader durch ankommende Belegung bei ankommendem Verkehr)

$$s = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (t_i - T_m)^2$$

Zusätzlich werden oberer und unterer Wert des Vertrauensintervalls um den Mittelwert nach Student für 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit angegeben:

$$T_{m,\min} = T_m - \frac{s \cdot t_\beta}{\sqrt{N}}, \quad t_\beta \text{ Schranke für die Irrtumswahrscheinlichkeit } \beta \text{ nach Studenttest}$$
$$T_{m,\max} = T_m + \frac{s \cdot t_\beta}{\sqrt{N}}$$

Verkehrsmessungen haben ergeben, daß Belegungsdauern gut durch eine exponentielle Verteilung angenähert werden können. Die Wahrscheinlichkeit, daß eine Belegung nicht bis zum Zeitpunkt t zu Ende geht, ist dann

$$H(t) = \exp(-t/T_m).$$

Hat die Belegung eine Mindestdauer T_0 , dann ist

$$H(t) = \begin{cases} \exp[-(t-T_0)/T_m] & \text{für } t > T_0 \\ 1 & \text{für } t \leq T_0 \end{cases}$$

Durch die Transformation $y = \ln H(t)$ erhält man die Gerade $y = -(t-T_0)/T_m$, deren Schätzgerade $\tilde{y} = \mathcal{E}_1 t + \mathcal{E}_0$ man durch lineare Regression aus den transformierten Stichprobenwerten gewinnen kann. In den Tabellen 1 bis 7 sind \mathcal{E}_1 und \mathcal{E}_0 angegeben. Der Mittelwert der Verteilung ergibt sich, wie in /2/, S. 9ff gezeigt wird, zu

$$T_{m,\exp} = - \frac{1 + \mathcal{E}_0}{\mathcal{E}_1},$$

die Mindestdauer ist

$$T_0 = -\mathcal{E}_0/\mathcal{E}_1.$$

Wie aus früheren Messungen (z.B. /3/) und aus den im vorliegenden Bericht dargestellten Ergebnissen hervorgeht, läßt sich die Verteilung der Wiederholabstände nicht durch eine Exponentialverteilung annähern. Der Grund dafür ist, daß Teilnehmer nach einem erfolglosen Anrufversuch zwei alternative Verhaltensweisen haben, nämlich entweder sofort zu wiederholen oder,

wenn überhaupt, erst nach einem längeren Zeitraum. In den Bildern 2 bis 22 sind die Verteilungen bei logarithmischer Ordinatenteilung dargestellt. Man sieht, daß sich das Verhalten recht gut durch eine Mischung zweier Exponentialverteilungen beschreiben läßt. Die Näherungsfunktion für die Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines erfolglosen Anrufversuches ist

$$NF(t) \begin{cases} = p \exp[-(t-\tau_0)/T_{m1}] + (1-p) \exp[-(t-\tau_0)/T_{m2}] & \text{für } t > \tau_0 \\ = 1 & \text{für } t \leq \tau_0 \end{cases}$$

$$= NF_1 + NF_2$$

In /3/ ist ein Rechenverfahren angegeben, mit dem die Schätzwerte A_1, α_1, α_2 und T_0 für die Parameter $p, T_{m1}^{-1}, T_{m2}^{-1}$ und τ_0 der Näherungsfunktion $NF(t)$ bestimmt werden können. Die Schätzfunktion ist $NF_s = A_1 \exp[-\alpha_1(t-T_0)] + (1-A_1) \exp[-\alpha_2(t-T_0)]$

$$= \exp(\alpha_{11}\tau + \alpha_{10}) + \exp(\alpha_{21} + \alpha_{20})$$

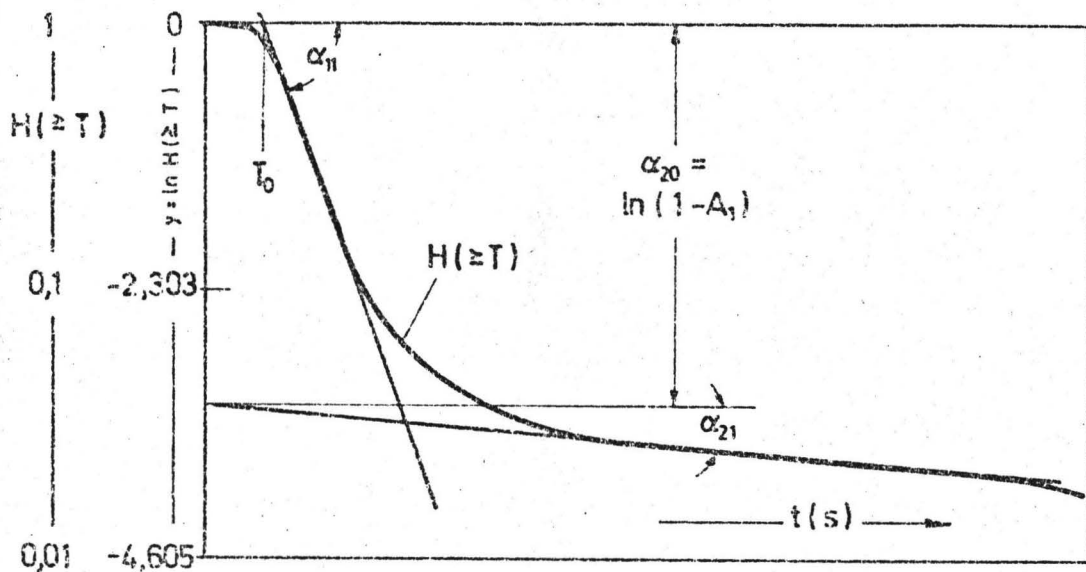
$$= NF_{s1} + NF_{s2}$$


Bild 1 : Empirische Verteilung der Wiederholabstände bei logarithmischer Ordinatenteilung und Parameter der Schätzfunktion

Im rechten Kurvenbereich ist der Anteil von NF_{s1} abgeklungen, und man kann durch lineare Regression die Parameter α_{21} und α_{20} von NF_{s2} bestimmen. A_1 ergibt sich aus $A_2 = 1 - A_1 = \exp(\alpha_{20})$. Die Werte des ersten Anteils der Mischverteilung erhält man aus $NF_1 = NF - NF_{s2}$. Anschließend werden die Parameter α_{11} und α_{10} von NF_{s1} aus den Werten von NF_1 errechnet. Die Mindestdauer T_0 ergibt sich aus der Bedingung $NF_s(t=T_0) = 1$. Der Mittelwert von NF_1 ist

$$m_1 = - \alpha_{11}^{-1} + T_0$$

und der Mittelwert von NF_2 entsprechend

$$m_2 = - \alpha_{21}^{-1} + T_0$$

Die Kenngrößen $\alpha_1 = \alpha_{11}$, $\alpha_2 = \alpha_{21}$, A_1 , T_0 , m_1 und m_2 sind in Tabelle 8 angegeben. Auf eine Berechnung von arithmetischem Mittel und empirischer Streuung wurde verzichtet, da bei einer Mischverteilung von sehr kurzen und sehr langen Zeiten Mittelwert und Streuung praktisch ausschließlich von den sehr langen Zeiten bestimmt werden, so daß gerade auf die besonders interessierenden kurzen Wiederholabstände keine Rückschlüsse möglich sind.

Um die Genauigkeit der gemessenen Stichproben abschätzen zu können, wurden die Vertrauensgrenzen nach dem Kolmogoroff-Test berechnet. Wie z.B. in /5/ gezeigt wird, liegt die als zugrundeliegend angenommene Verteilung mit Irrtumswahrscheinlichkeit 2β in einem Bereich $H(\geq T) \pm \epsilon$ um die empirische Verteilung $H(\geq T)$. Für große N , N Anzahl der Meßwerte der Stichprobe, gilt

$$2\beta = \exp(-2n\epsilon^2).$$

ϵ wurde für $2\beta = 1\%$ Irrtumswahrscheinlichkeit berechnet und in die Bilder 2 bis 22 eingetragen.

3. Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

3.1 Belegungsauern

Die Kenngrößen der Verteilung der Belegungsauern sind in den

Tabellen 1 bis 7 zusammengestellt. Tabelle 1 enthält die Werte für Ortsverkehr, für alle in die Messung einbezogenen Teilnehmer, für verschiedene Erfolgsklassen, erste und wiederholte Versuche und für verschiedene Tagesabschnitte. Folgende Feststellungen lassen sich ablesen:

- Die Belegungsdauer ist von der Erfolgsklasse abhängig. Erfolglose Versuche sind am kürzesten bei Gassenbesetzt und am längsten bei Nichtmelden des B-Teilnehmers (keine Antwort); aber auch die Dauer der letzteren ist nur etwa $1/5$ der von erfolgreichen Anrufen.
- Die Belegungsdauer ist bei wiederholten erfolglosen Versuchen um ca. 10 % kürzer als bei ersten Versuchen; eine Ausnahme bilden die Versuche ohne Antwort, bei denen der Unterschied minimal ist.
- Die Dauer erfolgreicher Versuche ist unabhängig von der Ordnungszahl des Versuchs. Es zeigen sich keine Unterschiede zwischen den Zeitabschnitten 10 - 12 Uhr und 8 - 18 Uhr; dagegen sind Belegungen abends um ca. 50 % länger.
- Bei erfolglosen Versuchen stimmen Stichprobenmittelwert T_m und der aus der Näherungsfunktion errechnete Mittelwert $T_{m,exp}$ gut überein; d.h., die empirischen Verteilungen lassen sich durch die exponentielle Verteilung gut annähern. Bei erfolgreichen Anrufen und bei allen Versuchen zusammengenommen ist $T_{m,exp}$ erheblich kleiner als T_m , und ϵ_0 ist negativ. Das bedeutet, daß in beiden Fällen Mischverteilungen vorliegen, so daß lineare Regression nicht anwendbar ist. Im Falle erfolgloser Versuche setzt sich die Mischverteilung aus der Dauer der Anrufe mit unterschiedlichen Erfolgsklassen zusammen; im Falle erfolgreicher Versuche liegt offenbar ein kleiner Anteil von Belegungen mit sehr kurzer Gesprächszeit und ein solcher mit sehr langer Gesprächszeit vor, die beide von der Regression zwischen 10 % und 90 % der Verteilung nicht erfaßt werden.
- Unterschiede zwischen verschiedenen Zeitabschnitten sind bei erfolglosen Versuchen nicht signifikant.

Tabelle 1 : Statistische Kenngrößen der Belegungsdauer, Ortsverkehr, alle Teilnehmer

	$T_m(s)$	$T_{m,min}(s)$	$T_{m,max}(s)$	$G(s)$	$E_1 \cdot 10^2(s)$	E_0	$T_{m,exp}(s)$
<u>8 - 21 Uhr, erste Versuche</u>							
Anrufe							
alle	181	172	190	308	- 0,58	-0,24	131
mit Erfolg	267	254	281	362	- 0,37	-0,20	211
ohne Erfolg	34,0	32,8	35,3	26,0	- 4,0	0,42	35,2
Gassenbesetzt	16,7	12,5	20,8	11,2	-10,8	0,74	16,2
B-Teiln. besetzt	21,7	20,0	23,3	16,0	-15,2	2,02	19,9
keine Antwort	49,1	47,4	50,8	23,9	- 5,1	1,52	49,3
A-Teiln.fehler	16,4	14,2	18,6	20,6	- 9,9	0,41	14,2
<u>Wiederholungen</u>							
alle	104	94	114	236	- 0,86	-0,54	53
mit Erfolg	264	236	291	362	- 0,37	-0,20	218
ohne Erfolg	26,2	25,1	27,3	20,9	- 5,1	0,26	25,0
Gassenbesetzt	14,8	10,2	19,3	14,9	-14,1	0,80	12,8
B-Teiln. besetzt	19,5	18,7	20,4	11,6	-19,5	2,62	18,5
keine Antwort	47,4	44,9	49,9	23,9	- 5,4	1,56	47,4
A-Teiln.fehler	14,7	12,5	17,0	14,6	-10,3	0,33	12,9
<u>alle Versuche</u>							
alle	156	149	163	289	- 0,61	-0,34	109
mit Erfolg	267	255	279	362	- 0,37	-0,22	210
ohne Erfolg	30,4	29,6	31,3	24,1	- 4,3	0,31	30,6
Gassenbesetzt	15,5	12,4	18,7	13,5	-12,3	0,75	14,3
B-Teiln. besetzt	20,2	19,5	21,0	13,2	-18,2	2,45	18,9
keine Antwort	48,6	47,2	49,9	23,9	- 5,2	1,53	48,7
A-Teiln.fehler	15,9	14,2	17,5	18,9	-10,0	0,38	13,8
<u>alle Versuche, 10 - 12 Uhr</u>							
alle	146	130	161	268	- 0,66	-0,29	109
mit Erfolg	242	216	268	332	- 0,44	-0,13	195
ohne Erfolg	29,0	26,8	31,2	25,5	- 4,4	0,22	27,7
Gassenbesetzt	12,6	10,2	15,0	5,2	-16,6	1,21	13,4
B-Teiln. besetzt	19,3	17,9	20,8	11,1	-22,3	3,11	18,4
keine Antwort	49,7	43,1	54,3	30,5	- 4,4	1,19	49,8
A-Teiln.fehler	14,8	11,3	18,3	15,1	-10,5	0,39	13,2
<u>8 - 18 Uhr</u>							
alle	145	138	152	259	- 0,65	-0,30	107
mit Erfolg	242	230	254	321	- 0,46	-0,05	206
ohne Erfolg	30,5	29,5	31,5	25,1	- 4,3	0,29	30,4
Gassenbesetzt	16,2	12,5	19,8	14,4	-10,7	0,59	14,8
B-Teiln. besetzt	20,5	19,6	21,5	14,4	-18,1	2,44	19,0
keine Antwort	49,1	47,4	50,8	25,7	- 5,1	1,49	49,0
A-Teiln.fehler	16,1	14,2	18,0	19,5	- 9,2	0,29	14,0
<u>18 - 21 Uhr</u>							
alle	199	179	220	380	- 0,48	-0,44	116
mit Erfolg	372	335	410	482	- 0,23	-0,31	301
ohne Erfolg	30,1	28,6	31,7	19,9	- 4,3	0,37	31,5
Gassenbesetzt	12,6	8,0	17,1	7,5	-20,2	1,41	12,0
B-Teiln. besetzt	19,1	18,2	20,1	7,3	-18,8	2,51	18,6
keine Antwort	46,8	44,8	48,9	17,1	- 5,2	1,54	48,3
A-Teiln.fehler	15,1	11,9	18,3	16,2	-12,1	0,60	13,2

Tabelle 2 : Statistische Kenngrößen der Belegungsdauer, Ortsverkehr, alle Versuche, 8 - 21 Uhr, verschiedene Teilnehmerklassen							
	T_m (s)	$T_{m,min}$ (s)	$T_{m,max}$ (s)	G (s)	$\epsilon_1 \cdot 10^2$ (s)	ϵ_0	$T_{m,exp}$ (s)
<u>Anschlüsse mit vorwiegend geschäftlicher Nutzung</u>							
Anrufe							
alle	135	127	143	208	- 0,68	-0,24	112
mit Erfolg	219	206	232	249	- 0,52	0,01	194
ohne Erfolg	30,9	29,4	32,4	26,6	- 4,2	0,28	30,3
Gassenbesetzt	15,9	11,8	19,9	9,3	-10,1	0,62	16,1
B-Teiln. besetzt	20,7	19,2	22,2	16,5	-18,7	2,52	18,8
keine Antwort	50,2	47,7	52,8	26,7	- 4,8	1,39	50,2
A-Teiln.fehler	17,3	14,2	20,5	23,3	- 9,3	0,36	14,6
<u>Anschlüsse mit vorwiegend privater Nutzung</u>							
alle	170	159	181	332	- 0,57	-0,40	105
mit Erfolg	301	282	320	422	- 0,31	-0,25	243
ohne Erfolg	30,2	29,2	31,3	22,3	- 4,4	0,35	31,0
Gassenbesetzt	13,5	10,5	16,5	9,6	-16,7	1,23	12,8
B-Teiln. besetzt	20,0	19,2	20,8	10,7	-17,0	2,24	19,1
keine Antwort	47,7	46,0	49,3	22,1	- 5,5	1,62	48,0
A-Teiln.fehler	14,7	12,9	16,4	14,5	-10,8	0,42	13,2
<u>Teilnehmer mit Gebührenaufkommen ≥ 500 GE / Monat</u>							
alle	154	143	165	262	- 0,64	-0,23	120
mit Erfolg	241	224	258	314	- 0,46	-0,09	199
ohne Erfolg	30,6	28,9	32,3	26,4	- 3,9	0,19	30,3
Gassenbesetzt	18,0	8,9	27,1	19,8	- 9,9	0,45	14,7
B-Teiln. besetzt	20,0	18,1	21,8	17,6	-13,3	2,50	18,1
keine Antwort	50,1	47,2	52,9	26,6	- 5,1	1,52	49,8
A-Teiln.fehler	14,5	12,6	16,5	12,6	-11,4	0,54	13,5
<u>Teilnehmer mit Gebührenaufkommen ≥ 100 GE, < 500 GE / Monat</u>							
alle	150	140	159	289	- 0,62	-0,39	98
mit Erfolg	271	254	288	372	- 0,37	-0,18	224
ohne Erfolg	30,1	29,0	31,2	23,4	- 4,4	0,34	30,2
Gassenbesetzt	14,4	11,3	17,4	10,4	-12,1	0,64	13,5
B-Teiln. besetzt	20,5	19,6	21,3	11,0	-16,8	2,26	19,4
keine Antwort	48,2	46,4	50,0	23,6	- 5,1	1,49	48,5
A-Teiln.fehler	17,1	14,5	19,7	22,5	- 8,8	0,25	14,2
<u>Teilnehmer mit Gebührenaufkommen < 100 GE / Monat</u>							
alle	198	170	226	365	- 0,50	-0,38	124
mit Erfolg	339	292	387	450	- 0,27	-0,23	287
ohne Erfolg	32,0	29,6	34,3	20,5	- 4,40	0,48	33,9
Gassenbesetzt	16,5	9,1	23,9	7,2	-11,50	0,94	16,7
B-Teiln. besetzt	19,4	17,4	21,5	9,6	-17,60	2,28	18,7
keine Antwort	46,4	43,5	49,4	17,8	- 6,10	1,92	47,6
A-Teiln.fehler	12,5	9,7	15,3	9,1	-12,10	0,48	12,3

Tabelle 2 zeigt die Abhängigkeit der Belegungsdauer von der Teilnehmerklasse. Man kann die Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:

- Bei Teilnehmern mit vorwiegend privater Nutzung dauern erfolgreiche Belegungen im Mittel ca. 70 % länger als bei solchen mit vorwiegend geschäftlicher Nutzung.

- Die mittlere Belegungsdauer erfolgreicher Anrufe ist umso größer, je kleiner das mittlere Gebührenaufkommen ist.
- Die Belegungsdauer erfolgloser Anrufe zeigt keine signifikante Abhängigkeit von der Teilnehmerklasse. Das gilt für erfolglose Versuche insgesamt und auch für jede einzelne Erfolgsklasse.

In den Tabellen 3 und 4 sind die Werte für den Inlands-Selbstwählferndienst (Inlands-SWFD) zusammengestellt. Tabelle 3 zeigt für alle Teilnehmer die Abhängigkeit der Belegungsdauer von der Erfolgsklasse, der Ordnungszahl des Versuchs und der Tageszeit. Zusammenfassend ergibt sich folgendes:

- Ebenso wie im Ortsverkehr ist die Belegungsdauer von der Erfolgsklasse abhängig.
- Im Gegensatz zum Ortsverkehr sind wiederholte Versuche nicht signifikant kürzer als erste Versuche der gleichen Erfolgsklasse.
- Erfolgreiche Versuche sind während des Zeitabschnitts 10-12 Uhr am kürzesten, und während des Zeitabschnitts 18-21 Uhr am längsten. Während die längeren Zeiten nach 18 Uhr durch den zum Zeitpunkt der Messung gültigen Tarif (verringerte Gebühren von 18 bis 1 Uhr) leicht erklärbar sind, gibt es von den Kosten her für die kürzeren Zeiten in der Zeit von 10-12 Uhr keinen Anreiz. Wie aus Tabelle 4 zu ersehen ist, ist die Belegungsdauer bei vorwiegend geschäftlich genutzten Anschlüssen kürzer als bei vorwiegend privat genutzten, aber nicht kurz genug, als daß ein höherer Anteil von geschäftlichen Anrufen in der Hauptverkehrsstunde allein als Erklärung ausreichte. Offenbar wird während der morgentlichen Hauptverkehrszeit aus Zeitmangel insgesamt kürzer telefoniert.
- Im Gegensatz zum Ortsverkehr stimmen T_m und $T_{m,exp}$ auch bei erfolgreichen Versuchen so gut überein, daß $T_{m,exp}$ innerhalb des Vertrauensbereichs von T_m liegt. Der Grund für die bessere Übereinstimmung dürfte sein, daß die von der Gesprächsdauer abhängige Gebühr den Anteil von Belegungen mit extrem langer Dauer, die T_m stark vergrößern, entscheidend einschränkt.

Tabelle 3 : Statistische Kenngrößen der Belegungsdauer, Inlands - SWFD, alle Teilnehmer

	$T_m(s)$	$T_{m,min}(s)$	$T_{m,max}(s)$	$G(s)$	$E_1 \cdot 10^2(s)$	E_0	$T_{m,exp}(s)$
<u>8 - 21 Uhr, erste Versuche</u>							
Anrufe							
alle	162	139	184	261	- 0,53	-0,33	127
mit Erfolg	280	241	318	317	- 0,40	0,02	255
ohne Erfolg	32,3	29,0	35,6	26,4	- 4,0	0,28	32,1
Gassenbesetzt	16,6	14,3	19,0	9,9	-12,1	0,94	16,0
B-Teiln. besetzt	26,0	22,5	29,6	11,6	-17,6	3,39	25,0
keine Antwort	58,0	52,1	64,0	25,4	- 4,2	1,43	57,7
A-Teiln.fehler	19,1	11,4	26,7	22,1	- 6,9	0,12	16,3
<u>Wiederholungen</u>							
alle	107	87	126	215	- 0,60	-0,71	48
mit Erfolg	292	239	344	321	- 0,36	-0,02	270
ohne Erfolg	26,5	24,1	28,8	21,9	- 5,7	0,46	25,7
Gassenbesetzt	16,6	13,8	19,4	17,5	-11,6	0,83	15,6
B-Teiln. besetzt	27,4	23,5	31,3	18,0	-12,7	2,32	26,1
keine Antwort	53,9	48,3	59,5	20,2	- 4,2	1,38	56,1
A-Teiln.fehler	18,6	11,2	26,1	14,5	- 7,9	0,50	19,1
<u>alle Versuche</u>							
alle	135	120	151	242	- 0,54	-0,51	91
mit Erfolg	284	253	314	318	- 0,39	0,00	260
ohne Erfolg	28,9	27,0	30,9	24,1	- 4,8	0,35	28,3
Gassenbesetzt	16,6	14,6	18,7	15,5	-12,0	0,90	15,8
B-Teiln. besetzt	26,9	24,1	29,8	16,1	-14,2	2,65	25,7
keine Antwort	56,3	52,2	60,4	23,4	- 4,3	1,42	56,9
A-Teiln.fehler	18,9	13,4	24,5	19,8	- 7,8	0,33	17,1
<u>alle Versuche, 10 - 12 Uhr</u>							
alle	90	71	109	119	- 0,90	0,32	75
mit Erfolg	176	140	212	145	- 0,66	0,14	172
ohne Erfolg	30,5	25,0	35,9	26,3	- 5,0	0,40	28,2
Gassenbesetzt	16,9	14,3	19,5	7,2	-12,8	1,16	16,9
B-Teiln. besetzt	29,6	16,8	42,4	30,3	-17,8	3,29	24,0
keine Antwort	53,7	43,6	63,9	23,3	- 3,6	1,01	55,1
A-Teiln.fehler	21,9	3,5	46,2	28,7	- 7,6	0,41	18,6
<u>8 - 18 Uhr</u>							
alle	120	104	136	197	- 0,69	-0,38	90
mit Erfolg	220	190	251	253	- 0,56	0,12	199
ohne Erfolg	33,9	30,9	37,0	27,6	- 4,3	0,43	33,2
Gassenbesetzt	18,5	12,6	24,4	24,0	-12,2	1,01	16,4
B-Teiln. besetzt	26,4	22,7	30,1	17,4	-20,7	4,09	24,6
keine Antwort	57,3	52,3	62,4	24,5	- 4,0	1,29	57,9
A-Teiln.fehler	20,4	13,3	27,6	22,1	- 7,3	0,29	17,6
<u>18 - 21 Uhr</u>							
alle	157	128	185	287	- 0,34	-0,75	73
mit Erfolg	401	338	463	373	- 0,30	0,17	394
ohne Erfolg	23,1	20,9	25,2	17,3	- 6,2	0,41	22,9
Gassenbesetzt	15,9	14,3	17,6	10,1	-12,0	0,86	15,6
B-Teiln. besetzt	28,2	24,0	32,4	12,9	- 9,9	1,78	28,0
keine Antwort	53,6	46,4	60,8	19,8	- 4,7	1,58	55,4
A-Teiln.fehler	14,2	9,2	19,1	8,0	-10,6	0,56	14,6

Tabelle 4 : Statistische Kenngrößen der Belegungsdauer, Inlands - SWFD, alle Versuche, 8 - 21 Uhr, verschiedene Teilnehmerklassen

	$T_m(s)$	$T_{m,min}(s)$	$T_{m,max}(s)$	$G(s)$	$\bar{\epsilon}_1 \cdot 10^2(s)$	ϵ_0	$T_{m,exp}(s)$
<u>Anschlüsse mit vorwiegend geschäftlicher Nutzung</u>							
Anrufe							
alle	121	102	140	200	- 0,61	-0,46	89
mit Erfolg	237	200	274	254	- 0,49	0,06	218
ohne Erfolg	27,8	24,8	30,9	23,6	- 5,4	0,45	27,0
Gassenbesetzt	16,9	11,7	22,1	22,7	-12,5	0,88	15,1
B-Teiln. besetzt	26,3	22,0	30,6	18,4	-15,7	2,88	24,6
keine Antwort	52,5	46,7	58,3	18,5	- 5,6	1,95	53,1
A-Teiln.fehler	21,6	10,6	32,5	24,5	- 8,6	0,58	18,3
<u>Anschlüsse mit vorwiegend privater Nutzung</u>							
alle	148	125	171	273	- 0,5	-0,53	94
mit Erfolg	324	275	374	366	- 0,34	0,00	296
ohne Erfolg	30,1	27,3	32,8	24,9	- 4,3	0,28	29,4
Gassenbesetzt	16,8	15,1	18,5	10,1	-11,5	0,90	16,5
B-Teiln. besetzt	27,9	24,5	31,3	12,5	-12,8	2,47	27,2
keine Antwort	59,3	53,4	65,3	26,1	- 3,7	1,25	60,6
A-Teiln.fehler	16,8	10,7	22,8	15,7	- 7,7	0,19	15,4
<u>Teilnehmer mit Gebührenaufkommen ≥ 500 GE / Monat</u>							
alle	139	118	160	242	- 0,59	-0,40	102
mit Erfolg	258	219	297	309	- 0,42	-0,03	230
ohne Erfolg	29,9	26,9	32,9	24,6	- 4,7	0,38	29,3
Gassenbesetzt	16,4	11,7	21,2	21,4	-13,6	1,06	15,2
B-Teiln. besetzt	25,6	21,2	30,1	17,6	-21,6	4,28	24,5
keine Antwort	54,6	49,7	59,5	20,0	- 4,9	1,70	55,2
A-Teiln.fehler	20,2	11,6	28,8	22,5	- 7,9	0,41	17,7
<u>Teilnehmer mit Gebührenaufkommen ≥ 100 GE, < 500 GE / Monat</u>							
alle	133	111	156	242	- 0,50	-0,61	79
mit Erfolg	320	268	371	329	- 0,36	0,08	301
ohne Erfolg	28,7	25,9	31,5	24,1	- 4,7	0,32	28,1
Gassenbesetzt	16,4	14,4	18,3	11,3	-10,7	0,70	15,9
B-Teiln. besetzt	28,6	24,3	32,4	14,7	-12,2	2,32	27,2
keine Antwort	57,8	50,7	64,8	26,6	- 4,1	1,37	58,1
A-Teiln.fehler	18,8	10,9	26,6	16,8	- 7,7	0,35	17,5
<u>Teilnehmer mit Gebührenaufkommen < 100 GE / Monat</u>							
alle	113	38	188	223	- 0,39	-0,92	21
mit Erfolg	336	116	555	321	- 0,32	0,02	322
ohne Erfolg	21,7	14,8	28,6	17,0	- 9,7	0,95	20,0
Gassenbesetzt	19,2	15,7	22,7	7,1	-10,3	1,05	20,0
B-Teiln. besetzt	20,3	15,4	25,1	23,6	- 9,6	1,50	26,1
keine Antwort	-	-	-	-	-	-	-
A-Teiln.fehler	7,8	3,7	12,2	2,2	-34,6	1,86	8,2

Tabelle 4 zeigt im wesentlichen die gleichen Abhängigkeiten von der Teilnehmerklasse wie Tabelle 2 für den Ortsverkehr. Stärkere Unterschiede sind außer bei erfolgreichen Anrufen lediglich bei Versuchen mit A-Teilnehmerfehlern festzustellen; jedoch sind bei dieser Erfolgsklasse wegen der vielen verschiedenen Fehlerarten die Vertrauensintervalle so breit, daß die Abweichungen nicht signifikant sind.

In Tabelle 5 sind die Werte für Sonderdienste (z.B. Fernsprechauskunft, Ansagedienste), für handvermittelten Dienst nach Berlin (Ost) und für den Auslands-Selbstwählferndienst (Auslands-SWFD) zusammengefaßt. Fehlende Zahlen in der Tabelle wiesen darauf hin, daß Anrufe der entsprechenden Klassifizierung nicht registriert wurden. Die Belegungsdauer von Anrufen in den Sonderdiensten ist wegen der kürzeren Rufnummern und bei erfolgreichen Versuchen auch wegen des kürzeren Gesprächs bzw. Monologs (Ansagen) viel kürzer als die der Teilnehmer-Teilnehmer-Verbindungen. Im handvermittelten Dienst ist die Belegungsdauer extrem kurz, weil einmal die Rufnummer nur zweiziffrig ist, zum andern wegen der extrem hohen Besetztwahrscheinlichkeit (siehe /1/, S. 7 und S. 10), die den Teilnehmer veranlaßt, zwischen zwei aufeinanderfolgenden Versuchen nur mit dem Finger auf die Gabel zu tippen und die andere Hand gleich an der Wählscheibe zu belassen. Die fehlerhaften Versuche mit sehr kurzer Dauer kommen überwiegend dadurch zustande, daß der Teilnehmer mit der Wahl beginnt, ohne auf den Wählton zu warten.

Tabelle 5 : Statistische Kenngrößen der Belegungsdauer, Sonderdienste, handvermittelter Dienst und Auslands-SWFD, alle Teilnehmer, alle Versuche, 8 - 21 Uhr							
	$T_m(s)$	$T_{m,min}(s)$	$T_{m,max}(s)$	$G(s)$	$E_1 \cdot 10^2(s)$	E_0	$T_{m,exp}(s)$
<u>Sonderdienste</u>							
Anrufe							
alle	45,7	35,3	56,1	89,0	- 1,61	-0,51	30,2
mit Erfolg	76	57	95	115	- 1,50	0,01	67
ohne Erfolg	13,5	10,6	16,4	24,1	-12,0	0,22	10,1
Gassenbesetzt	-	-	-	-	-	-	-
B-Teiln. besetzt	11,3	9,2	13,4	9,5	-21,8	1,26	10,4
keine Antwort	36,2	20,6	51,8	22,0	- 3,7	0,43	38,6
A-Teiln.fehler	11,4	3,7	9,2	20,4	-15,0	0,30	8,7
<u>Handvermittelter Dienst</u>							
Vermittlung besetzt	8,2	7,7	8,6	6,8	-37,7	1,82	7,5
A-Teiln.fehler	6,6	4,0	9,2	6,8	-31,0	0,72	5,5
<u>Auslands - SWFD</u>							
alle	70,0	38,3	101,7	179,0	- 1,33	-0,66	25,6
mit Erfolg	252	240	263	366	- 0,25	-0,40	232
ohne Erfolg	21,3	18,0	24,6	16,7	- 6,0	0,26	20,9
Gassenbesetzt	14,3	12,7	15,8	6,7	-14,2	1,05	14,5
B-Teiln. besetzt	32,7	29,1	36,2	5,0	-16,6	4,58	33,6
keine Antwort	54,3	39,7	68,8	22,7	- 3,6	0,93	54,2
A-Teiln.fehler	-	-	-	-	-	-	-

Im Auslands-SWFD entsprechen die Werte in etwa denen im Inlands-SWFD. Erfolgreiche Anrufe sind etwa 10 % kürzer, trotz der im Mittel längeren Verbindungsaufbauzeit. Die erfolglosen Versuche zeigen trotz der längeren Verbindungsaufbauzeit keine signifikanten Unterschiede zum Inlands-SWFD; Anrufe mit Gassenbesetzt und solche ohne Antwort sind etwas kürzer, solche mit B-Teilnehmer-besetzt sind etwas länger. Für eine genaue Analyse reicht der Stichprobenumfang nicht aus.

In Tabelle 6 ist die Dauer der Restbelegungszeit (vom Aufprüfen auf die c-Ader des beobachteten Teilnehmers bis Belegungsende) ankommender Anrufe dargestellt. Eine Aufteilung nach Verkehrsart (Ortsanrufe, Inlands-SWFD, Auslands-SWFD) und Ordnungszahl des Versuchs ist aus meßtechnischen Gründen nicht möglich. Registriert wurden außerdem natürlich nur diejenigen Anrufversuche, die die freie Anschlußleitung des beobachteten Teilnehmers erreichen, als Anrufversuche mit Gespräch und ohne Antwort. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammengefaßt darstellen:

- Die Belegungsdauer erfolgreicher Anrufe ist am kürzesten in der Zeit von 10-12 Uhr und am längsten nach 18 Uhr. Die Unterschiede sind ausgeprägter als bei abgehenden Ortsanrufen und weniger ausgeprägt als im Inlands-SWFD, was leicht verständlich ist, da es sich beim ankommenden Verkehr um einen Mischverkehr handelt. Die Abhängigkeit der Dauer erfolgreicher Belegungen von der Teilnehmerklasse ist die gleiche wie bei abgehendem Verkehr: Teilnehmer mit vorwiegend privater Nutzung und solche mit geringerem Gebührenaufkommen haben längere Belegungsdauern.
- Die Belegungsdauer von Anrufversuchen ohne Antwort zeigt keine Unterschiede zwischen verschiedenen Zeitabschnitten und zwischen Teilnehmern mit vorwiegend privater und geschäftlicher Nutzung; eine Abhängigkeit vom Gebührenaufkommen ist erkennbar, ohne daß dafür eine einleuchtende Erklärung gegeben werden kann.
- Die Werte sind identisch mit denen in /2/, S. 28. Der Vergleich zwischen $T_{m,l}$ und $T_{m,exp}$ zeigt, daß die exponentielle Näherung besser ist als die logarithmisch-normale.

Tabelle 6 : Statistische Kenngrößen der Belegungsdauer, ankommender Verkehr

	$T_m(s)$	$T_{m,min}(s)$	$T_{m,max}(s)$	$G(s)$	$\epsilon_1 \cdot 10^2(s)$	ϵ_0	$T_{m,exp}(s)$
<u>Alle Teilnehmer, 8 - 21 Uhr</u>							
Anrufe							
mit Erfolg	252	240	263	366	-0,35	-0,31	198
ohne Antwort	35,3	34,0	36,6	25,9	-5,00	0,76	35,5
<u>10 - 12 Uhr</u>							
mit Erfolg	192	172	211	268	-0,49	-0,23	158
ohne Antwort	36,6	32,4	40,7	26,3	-4,50	0,60	35,6
<u>8 - 18 Uhr</u>							
mit Erfolg	226	214	238	337	-0,42	-0,26	177
ohne Antwort	35,0	33,5	36,5	25,7	-5,00	0,75	35,3
<u>18 - 21 Uhr</u>							
mit Erfolg	367	333	401	461	-0,22	-0,27	327
ohne Antwort	36,2	33,7	38,8	26,9	-5,10	0,88	36,7
<u>8 - 21 Uhr, Anschlüsse mit vorwiegend geschäftlicher Nutzung</u>							
mit Erfolg	181	169	192	257	-0,56	-0,15	152
ohne Antwort	35,2	31,6	38,7	34,1	-4,10	0,43	35,2
<u>Anschlüsse mit vorwiegend privater Nutzung</u>							
mit Erfolg	309	291	328	428	-0,26	-0,36	250
ohne Antwort	35,2	33,8	36,6	23,3	-5,50	0,98	35,8
<u>Teilnehmer mit Gebührenaufkommen ≥ 500 GE / Monat</u>							
mit Erfolg	202	186	218	308	-0,48	-0,24	159
ohne Antwort	38,0	34,7	41,3	32,4	-3,90	0,46	37,9
<u>Teilnehmer mit Gebührenaufkommen ≥ 100 GE, < 500 GE/Monat</u>							
mit Erfolg	273	256	289	385	-0,31	-0,31	219
ohne Antwort	35,0	33,4	36,6	23,5	-5,00	0,78	35,6
<u>Teilnehmer mit Gebührenaufkommen < 100 GE / Monat</u>							
mit Erfolg	339	292	386	450	-0,24	-0,31	290
ohne Antwort	32,4	39,9	35,0	23,0	-6,00	0,96	32,9

Tabelle 7 : Statistische Kenngrößen der Belegungsdauer, Belegungen mit Abheben ohne Wahl

	$T_m(s)$	$T_{m,min}(s)$	$T_{m,max}(s)$	$G(s)$	$\epsilon_1 \cdot 10^2(s)$	ϵ_0	$T_{m,exp}(s)$
<u>Alle Teilnehmer</u>							
8 - 21 Uhr	9,5	7,9	11,2	22,6	-13,1	-0,26	5,6
10 - 12 Uhr	10,6	4,9	16,2	29,1	-15,1	-0,15	5,6
8 - 18 Uhr	9,6	7,6	11,6	23,2	-13,6	-0,25	5,5
18 - 21 Uhr	9,5	6,2	12,8	21,1	-11,1	-0,34	5,9
<u>Verschiedene Teilnehmerklassen, 8 - 21 Uhr</u>							
Anschlüsse mit vorwiegend geschäftl. Nutzung	11,3	7,5	15,1	28,3	-9,9	-0,43	5,8
privater Nutzung	8,7	6,9	10,4	19,4	-13,0	-0,31	5,3
Teilnehmer mit Gebührenaufkommen ≥ 500 GE	12,8	8,5	17,1	31,5	-8,7	-0,43	6,6
$\geq 100, < 500$ GE	8,4	6,6	10,2	18,1	-13,0	-0,35	5,0
< 100 GE	7,4	4,4	10,4	15,4	-17,6	-0,08	5,2

In Tabelle 7 ist die Belegungsdauer von Belegungen ohne Wahl angegeben. Der Mittelwert liegt bei etwa 10 s. Der Vergleich von T_m mit $T_{m,exp}$ zeigt, daß die exponentielle Näherung zur Beschreibung nicht geeignet ist. Das negative ϵ_0 deutet darauf hin, daß die Verteilung zwei Komponenten mit unterschiedlichem Mittelwert enthält. Dazu muß angemerkt werden, daß Belegungen ohne Wahl aus sehr verschiedenen Gründen entstehen:

- Bewußtes Abheben, um eine Verbindung aufzubauen, und Abbruch vor Beginn der Wahl, weil eine Störung eintritt (z.B. Läuten der Türglocke) oder weil die Telefonnummer nicht mehr bekannt ist etc.;
- Versehentliches Abheben beim Staubwischen oder durch Berührung des Apparates z.B. durch Bücher auf dem Schreibtisch;
- Fehlbedienung des Apparates beim Auflegen (z.B. Ende der Belegung durch Herunterdrücken der Gabel mit dem Finger und anschließendes Auflegen des Handapparates.

3.2 Wiederholabstände

Wie in Abschnitt 2 des Berichtes erläutert wurde, werden die Abstände zwischen erfolglosen Versuchen und ihren Wiederholungen durch die Wahrscheinlichkeit $H(\geq T)$ beschreiben, daß nach Einfall eines erfolglosen Versuchs mindestens die Zeit T vergeht, ohne daß der Versuch wiederholt wird. Das heißt, daß auch die Fälle, in denen keine Wiederholung registriert wurde, bei der Verteilungsfunktion berücksichtigt sind. Diese Darstellung erscheint zweckmäßig, da bei kürzerer Beobachtungszeit (8-21 Uhr nicht zu erkennen ist, ob ein Versuch überhaupt nicht oder z.B. am darauffolgenden Tag wiederholt wird.

Tabelle 8 zeigt die Parameter der in Abschnitt 2 beschriebenen Näherungsfunktion, einer Mischverteilung aus zwei Exponentialfunktionen. Die Bilder 2 bis 22 zeigen die empirischen Verteilungen. Man sieht, daß die Voraussetzung für die Anwendbarkeit des Näherungsverfahrens, nämlich ein Unterschied von mindestens zwei Größenordnungen zwischen den Mittelwerten der beiden Mischungsanteile, bei allen Verteilungen erfüllt ist.

Tabelle 8 : Parameter der Näherungsfunktion für die Verteilung der Wiederholungsabstände						
	To(s)	$\alpha_{11} \cdot 10^3$ (s ⁻¹)	$\alpha_{21} \cdot 10^3$ (s ⁻¹)	A ₁	m ₁ (s)	m ₂ (s)
alle Teilnehmer, 8 - 21 Uhr, Wiederholungsabstände nach						
Ortsverkehr						
1. Versuchen	4,9	35,78	0,032	0,433	32,8	31531
Wiederholungen } ohne Erfolg	5,6	27,63	0,074	0,652	41,8	13562
allen Versuchen	6,9	36,59	0,046	0,544	34,2	21942
Sonderdienste						
allen Versuchen	5,6	95,35	0,273	0,823	16,1	3664
mit Gassenbesetzt	10,4	33,54	0,092	0,739	40,2	10916
B-Tln. besetzt	3,7	83,19	0,038	0,738	15,0	26564
A-Tln. fehler	15,3	6,29	0,027	0,259	166,1	37538
ohne Antwort d. B-Tln.						
Handvermittelter Dienst						
allen Versuchen	4,0	305,68	0,120	0,979	7,3	8357
mit Vermittlung besetzt						
Inlands-SWFD						
1. Versuchen	6,0	44,73	0,049	0,660	28,4	20582
Wiederholungen } ohne Erfolg	5,6	47,52	0,063	0,758	26,6	15869
allen Versuchen	5,8	47,17	0,056	0,717	27,0	17784
Auslands-SWFD						
allen Versuchen	4,9	72,59	0,066	0,922	18,7	15177
mit Gassenbesetzt	15,7	59,48	0,117	0,756	32,5	8537
B-Tln. besetzt	2,8	63,55	0,039	0,753	18,5	25572
A-Tln. fehler	20,8	11,71	0,045	0,305	106,3	22223
ohne Antwort d. B-Tln.						
Auslands-SWFD						
allen Versuchen	5,3	55,85	0,057	0,836	23,2	17676
ohne Erfolg insgesamt	5,8	84,41	0,209	0,879	17,6	4730
mit Gassenbesetzt						

Aus Tabelle 8 läßt sich folgendes ablesen:

- Die Wahrscheinlichkeit kurzer Wiederholabstände (A₁) ist von Mißerfolgsursache, Ordnungszahl des Versuchs und Verkehrsart abhängig. Sie ist etwa 80 bis 90 % nach Gassenbesetzt, etwa 75 % nach B-Teilnehmer-besetzt und A-Teilnehmer-fernern und nur etwa 25 bis 30 % nach Nichtmelden. Nach wiederholten Versuchen ohne Erfolg insgesamt ist A₁ größer als nach ersten Versuchen, was vor allem auf den bei Wiederholungen größeren Anteil von Anrufversuchen mit Gassenbesetzt und B-Teilnehmer-besetzt zurückzuführen ist. A₁ steigt, bezogen auf Verkehrsart abhängig. Sie ist etwa 80 bis 90 % nach Gassenbesetzt, etwa 75 % nach B-Teilnehmer-besetzt und A-Teilnehmer-

auf die gleiche Mißerfolgsklasse, von Ortsverkehr zu Inlands-SWFD, Auslands-SWFD und zu Sonderdiensten hin an und erreicht fast 100 % bei handvermitteltem Dienst.

- Die mittlere Dauer der kurzen Wiederholabstände, m_1 , ist am niedrigsten nach Gassenbesetzt und A-Teilnehmerfehlern; sie liegt höher nach B-Teilnehmer-besetzt und wesentlich höher nach Nichtmelden des B-Teilnehmers. Die Unterschiede können nicht aus den unterschiedlichen Belegungsdauern erklärt werden, denn diese Unterschiede sind erheblich geringer (siehe Tabelle 1 und 3 in Abschnitt 3.1). Sie sind vielmehr begründet in dem je nach Mißerfolgsursache unterschiedlichen Zeitabstand, nach dem der Teilnehmer eine Erfolgchance für eine Wiederholung sieht. Wie aus dem Wert für handvermittelten Dienst hervorgeht, ändert der Teilnehmer sein Verhalten ab einer bestimmten Höhe der Mißerfolgswahrscheinlichkeit; er wiederholt dann einfach ununterbrochen so schnell wie möglich, bis er eine freie Leitung bekommt. Unterschiede zwischen ersten und wiederholten Versuchen lassen keinen klaren Trend erkennen; sie werden daher anhand der Bilder diskutiert.
- Die mittlere Dauer der langen Wiederholabstände, m_2 , ist in jedem Falle so groß, daß der Wert ohne Bedeutung ist, da erfolglose Versuche und ihre Wiederholungen statistisch voneinander unabhängig sind. Es genügt also, bei der Berechnung des angebotenen Verkehrs diesen Anteil als Zusatzverkehr zu behandeln.

Die Bilder 2 bis 22 sind am Schluß des Abschnitts 3.2 auf den Seiten 21 bis 31 zu finden. Die Verteilungsfunktionen sind jeweils im oberen Teil zwischen 10 % und 100 % der Verteilung und im Bereich von 0 bis 100 s sowie im unteren Teil zwischen 1 % und 100 % der Verteilung und im Bereich von 0 bis 8000 s dargestellt. ϵ gibt die obere und untere Grenze des Vertrauensbereichs um die empirische Funktion bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit an. Bild 2 zeigt die Verteilungen für Ortsverkehr, wie sie bereits durch die Parameter ihrer Näherungsfunktionen beschrieben wurden.

Bild 3 zeigt die Unterschiede zwischen ersten und wiederholten Versuchen bei Ortsanrufen mit B-Teilnehmer besetzt. Man sieht, daß der Mittelwert der kurzen Abstände nicht von der Ordnungszahl des Versuchs abhängt, wohl aber ihr Anteil; er ist bei ersten Versuchen kleiner als bei Wiederholungen. Die Bilder 4, 5 und 6 zeigen die Verteilungen der Abstände nach ersten und wiederholten Versuchen nach Anrufen mit A-Teilnehmerfehlern, ohne Antwort des B-Teilnehmers und ohne Erfolg insgesamt. In jedem Falle liegen die Unterschiede nicht im mittleren Abstand der unmittelbar folgenden Wiederholungen (NF_1), sondern in ihrem Anteil.

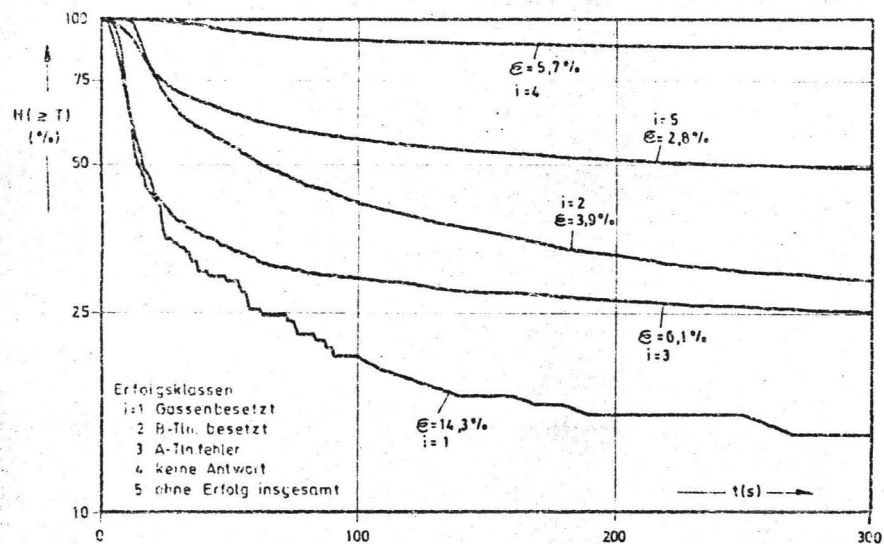
In Bild 7 sind die Wiederholabstände bei Sonderdiensten und bei handvermittltem Dienst dargestellt. Der Vergleich mit Bild 3 zeigt, daß bei Sonderdiensten nach Versuchen mit besetztem Anschluß sowohl der Anteil von NF_1 größer als auch der Mittelwert kleiner ist als bei Teilnehmer-Teilnehmer-Verbindungen. Das Intervall im handvermittelten Dienst ist praktisch nur von der Belegungsdauer des erfolglosen Versuches und von der Zeit bestimmt, die man braucht, um aufzulegen und wieder abzuheben.

Die Bilder 8 bis 10 beschreiben die Wiederholabstände im Inlands-Selbstwählferndienst. Bild 8 zeigt, daß grundsätzlich keine Unterschiede in der Abhängigkeit des Verhaltens von der Mißerfolgsursache zwischen Ortsverkehr und Inlands-SWFD bestehen. Der genaue Vergleich der Verteilungen in Bild 8 mit denen in Bild 2 ergibt jedoch in jeder Erfolgsklasse einen größeren Anteil von NF_1 im Inlands-SWFD. Die Verteilungen für Abstände nach Gassenbesetzt sind im Rahmen der Meßgenauigkeit unabhängig von der Ordnungszahl des Versuchs. Erfolglose Versuche insgesamt haben im Inlands-SWFD, wie der Vergleich von Bild 10 mit Bild 6 zeigt, Wiederholungsabstände mit einem größeren Anteil und einem kleineren Mittelwert von NF_1 als im Ortsverkehr. Bezieht man den Auslands-SWFD in Bild 11 in den Vergleich mit ein, so ergibt sich gegenüber dem Inlands-SWFD wiederum ein größerer Anteil und ein kleinerer Mittelwert von NF_1 . Vergleicht man jedoch Anrufe mit Gassenbesetzt im Auslands-SWFD (Bild 11) mit denen im Inlands-SWFD (Bild 9), dann läßt sich keine wesentliche Abweichung feststellen.

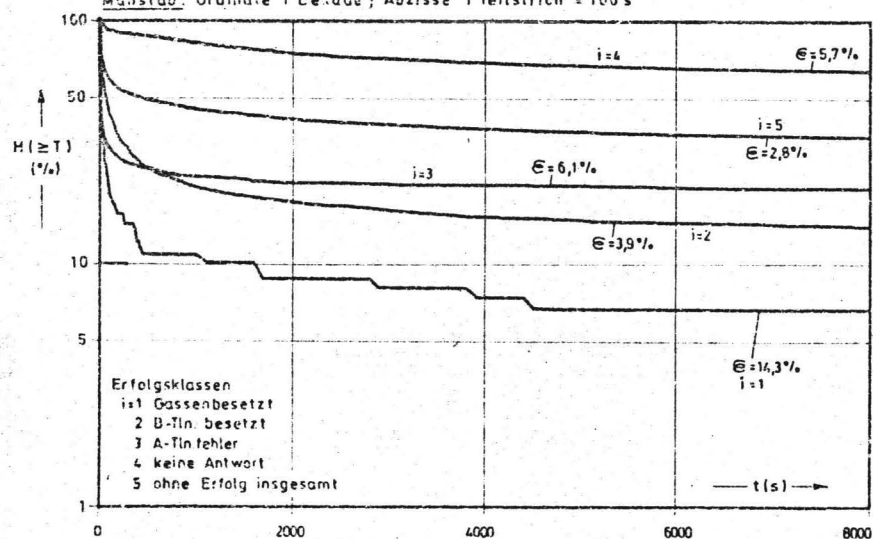
Mit Hilfe der Bilder 12 bis 19 wird die Abhängigkeit des Verhaltens beim Wiederholen vom Zeitabschnitt, in dem der erfolglose Versuch einfällt, und von der Teilnehmerklasse untersucht. In den Bildern 12 und 13 werden Anrufe mit B-Teilnehmer-besetzt betrachtet. Nach Versuchen in der Zeit von 10 bis 12 Uhr und nach 18 Uhr ist der Anteil kurzer Abstände größer als während der Zeit von 8 bis 18 Uhr. Teilnehmer mit vorwiegend geschäftlicher Nutzung und solche mit sehr hohem Gebührenaufkommen (diese beiden Gruppen dürften weitgehend identisch sein) haben einen geringeren Anteil kurzer Abstände als die übrigen Teilnehmerklassen, die überwiegend private Nutzung haben dürften. Eine recht einleuchtende Erklärung für dieses Ergebnis ist, daß die Teilnehmer der ersten Gruppe ein erheblich höheres Verkehrsaufkommen haben und daher, um die Zeit besser auszunutzen, eher die Wiederholung eines Anrufversuches zurückstellen und in der Zwischenzeit einen anderen Vorgang bearbeiten, z.B. eine andere Verbindung wählen, während private Teilnehmer seltener mehrere Telefonate gleichzeitig zu erledigen haben. Zu dem Ergebnis aus Bild 13 paßt auch der höhere Anteil von NF_1 bei Anrufversuchen nach 18 Uhr, da in dieser Zeit der Anteil privater Anrufe höher ist als während der Geschäftszeit. Allerdings läßt sich das Ergebnis für die Zeit von 10 bis 12 Uhr damit nicht in Übereinstimmung bringen; denn während dieser Zeit ist sicher der Anteil der Geschäftsteilnehmer am Verkehrsaufkommen sehr hoch. Es bleibt nur die Erklärung, daß während der Hauptverkehrsstunde wegen der höheren Mißerfolgswahrscheinlichkeit (siehe Tabellen 2 und 4 in /1/) die Wahrscheinlichkeit von Wiederholungen in kurzem Abstand allgemein höher ist. Über den Verlauf der Kurven für A-Teilnehmerfehler in den Bildern 14 und 15 lassen sich im wesentlichen die gleichen Aussagen machen, allerdings mit einigen Abweichungen. So ist in Bild 14 der Anteil von NF_1 für die Zeit von 8 bis 18 Uhr gleich dem für die Zeit von 18 bis 21 Uhr, und in Bild 16 ist der entsprechende Anteil bei sehr hohem Gebührenaufkommen und bei einem Aufkommen zwischen 100 und 500 GE/Monat gleich. Bei

Wiederholungsabständen nach Anrufversuchen ohne Antwort sind keine Unterschiede zwischen den Tagesabschnitten feststellbar, und auch zwischen den Teilnehmerklassen sind, abgesehen von einem etwas höheren Anteil von NF_1 bei Teilnehmern mit weniger als 100 GE/Monat, kaum Unterschiede zu finden. Die Verteilungen für Versuche ohne Erfolg insgesamt kennzeichnen kaum unterschiedliche Verhaltensweisen abhängig von Teilnehmerklasse und Tageszeit, sondern im wesentlichen den unterschiedlichen Anteil der einzelnen Erfolgsklassen an der Gesamtheit der Anrufversuche.

Die Bilder 20 bis 22 zeigen einige Verteilungen der Wiederholabstände im Inlands-SWFD. Der Anteil von NF_1 bei Wiederholungen nach Gassenbesetzt ist nach 18 Uhr höher als während der Tageszeit. Da die Gassenbesetztwahrscheinlichkeit abends erheblich höher ist (siehe /1/, Tabellen 5 und 6), wird auch durch dieses Ergebnis die Annahme gestützt, daß die Wahrscheinlichkeit kurzer Wiederholabstände mit der Besetztwahrscheinlichkeit wächst. Bei Versuchen ohne Erfolg insgesamt sind die Wiederholabstände wegen der großen Anteile an Gassenbesetztfällen nach 18 Uhr erheblich kürzer als während der Tageszeit. Bild 22 zeigt eine deutliche Abhängigkeit der Verteilungsfunktionen von der Teilnehmerklasse. Teilnehmer mit sehr hohem Gebührenaufkommen und vorwiegend geschäftlicher Nutzung haben einen kleineren Anteil A_1 kurzer Abstände, und der Mittelwert von NF_1 ist größer als bei den Teilnehmern der anderen Klassen. Die Unterschiede sind aber im wesentlichen auf den unterschiedlichen Anteil an Gassenbesetztfällen zurückzuführen. Berechnet man nämlich aus den Tabellen 7 bis 10 in /1/ den Anteil der Versuche mit Gassenbesetzt an der Anzahl aller Versuche, erhält man für $r = 1$ und $r = 3$ 28 - 29 % und für $r = 2$ und $r = 4$ 43 - 45 %.



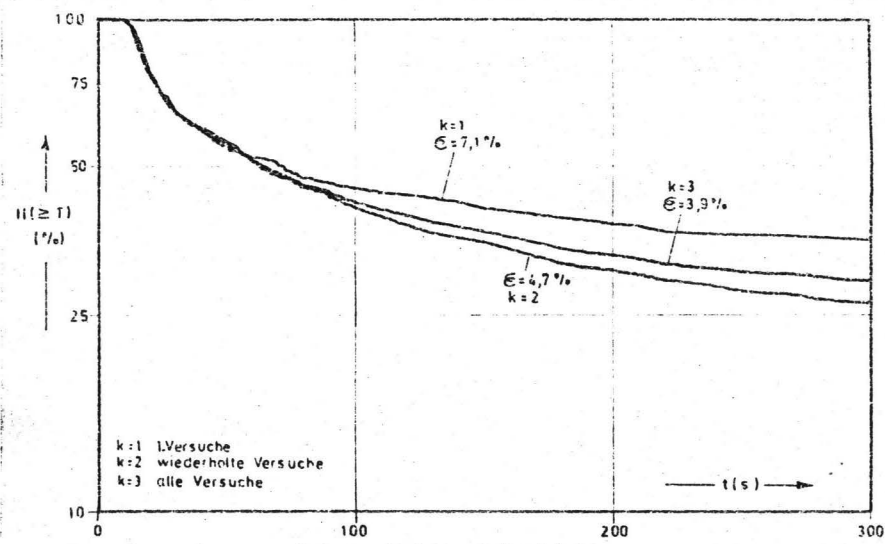
Maßstab: Ordinate 1 Dekade; Abzisse 1 Teilstrich ≈ 100 s



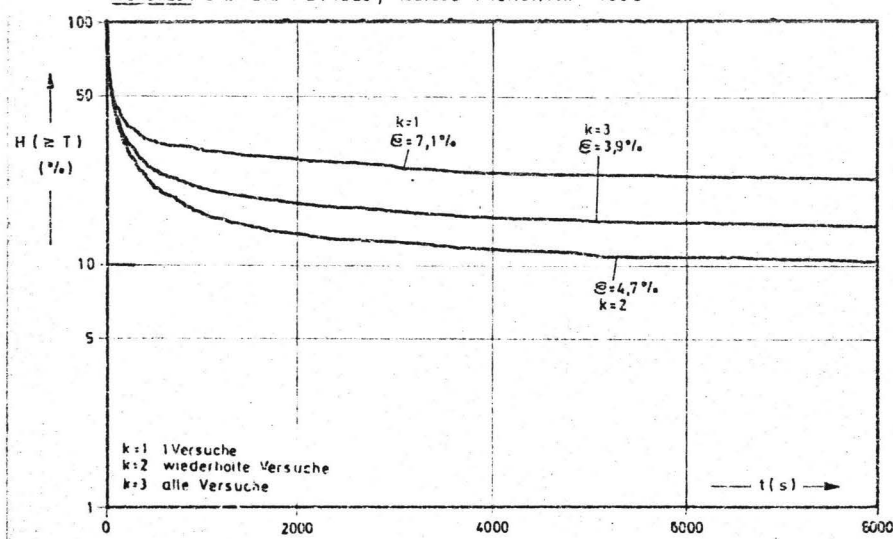
Maßstab: Ordinate 2 Dekaden; Abzisse 1 Teilstrich ≈ 2000 s

Bild 2 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs der Erfolgsklasse i

Ortsverkehr, alle Versuche, alle Teilnehmer, 8-21 Uhr



Maßstab: Ordinate 1 Dekade; Abzisse 1 Teilstrich ≈ 100 s



Maßstab: Ordinate, 2 Dekaden; Abzisse 1 Teilstrich ≈ 2000 s

Bild 3 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs mit B-Teilnehmer-besetzt

Ortsverkehr, erste und wiederholte Versuche, alle Teilnehmer, 8-21 Uhr

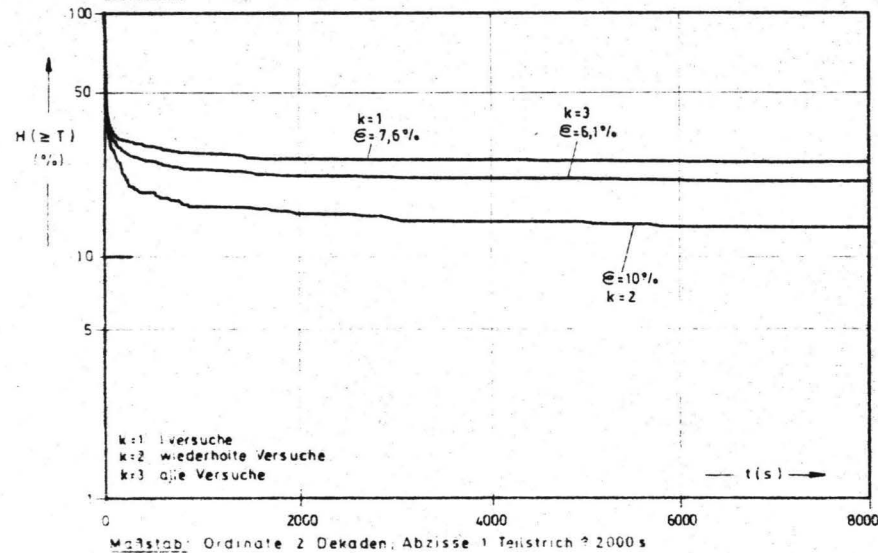
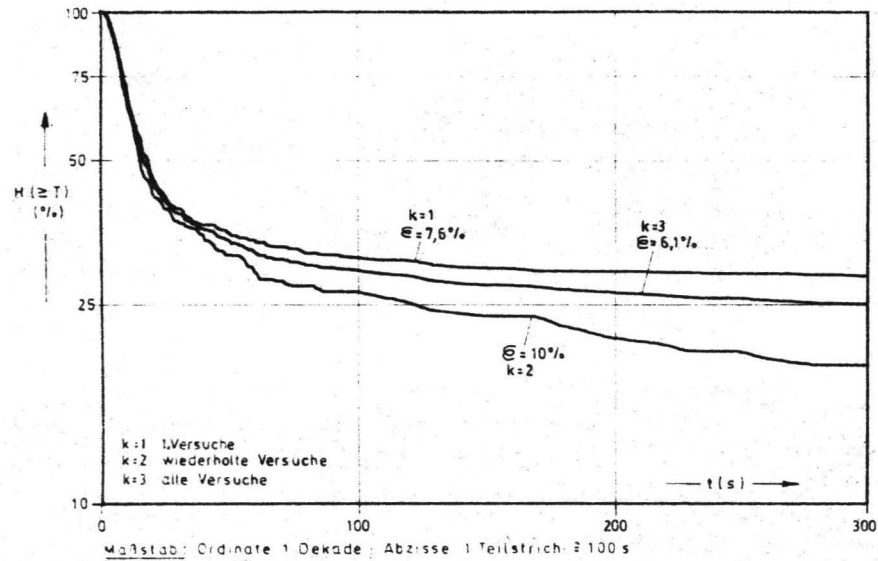


Bild 4 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs mit A-Teilnehmerfehlern

Ortsverkehr, erste und wiederholte Versuche, alle Teilnehmer, 8-21 Uhr

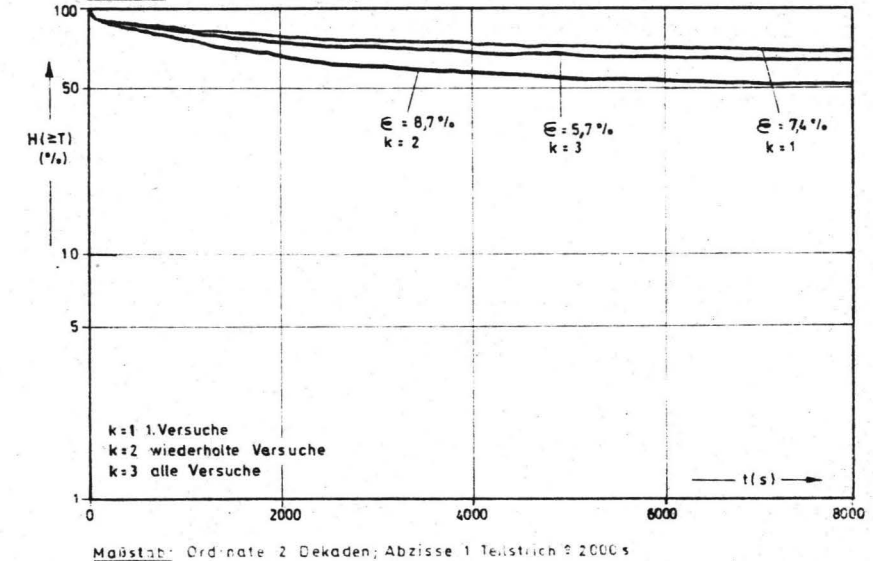
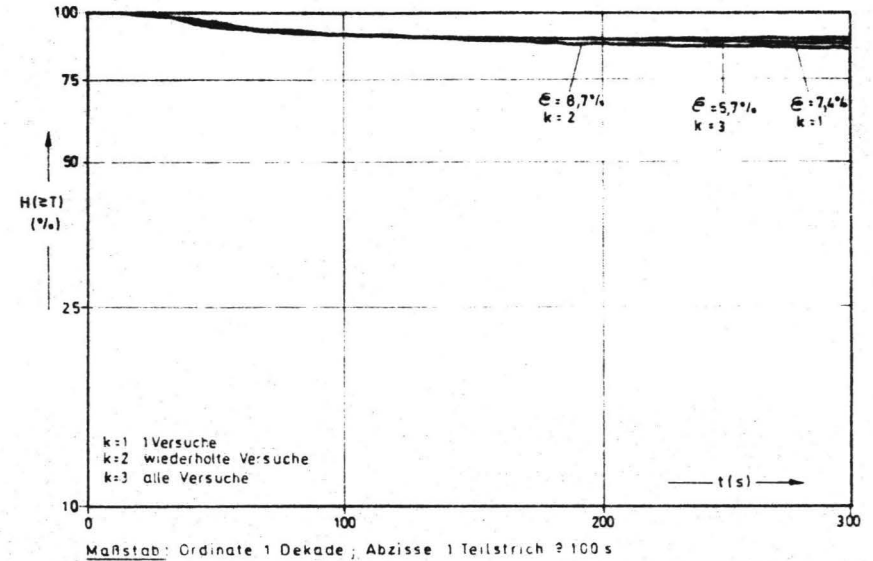


Bild 5 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs ohne Antwort des B-Teilnehmers

Ortsverkehr, erste und wiederholte Versuche, alle Teilnehmer, 8-21 Uhr

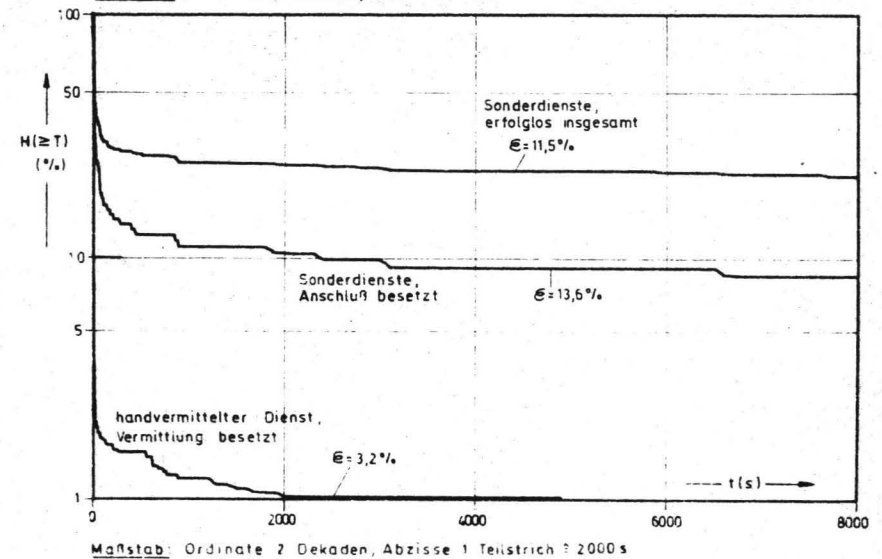
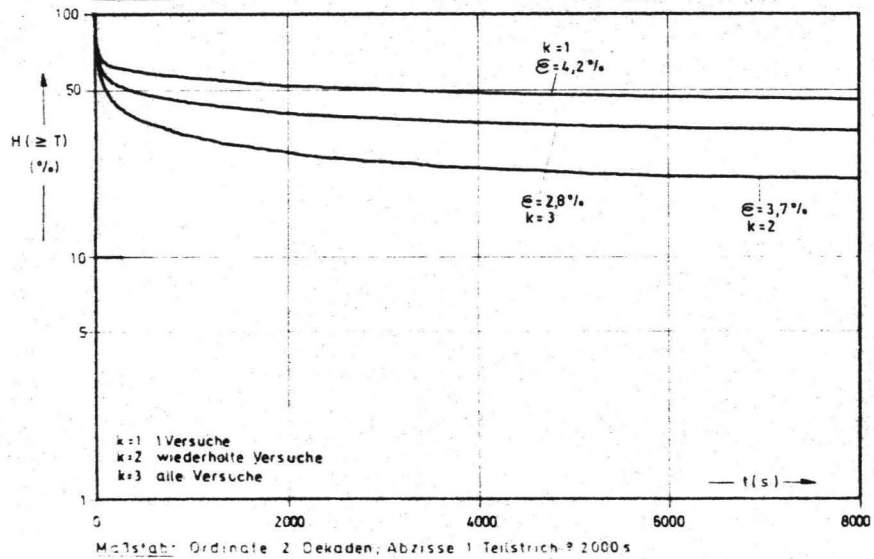
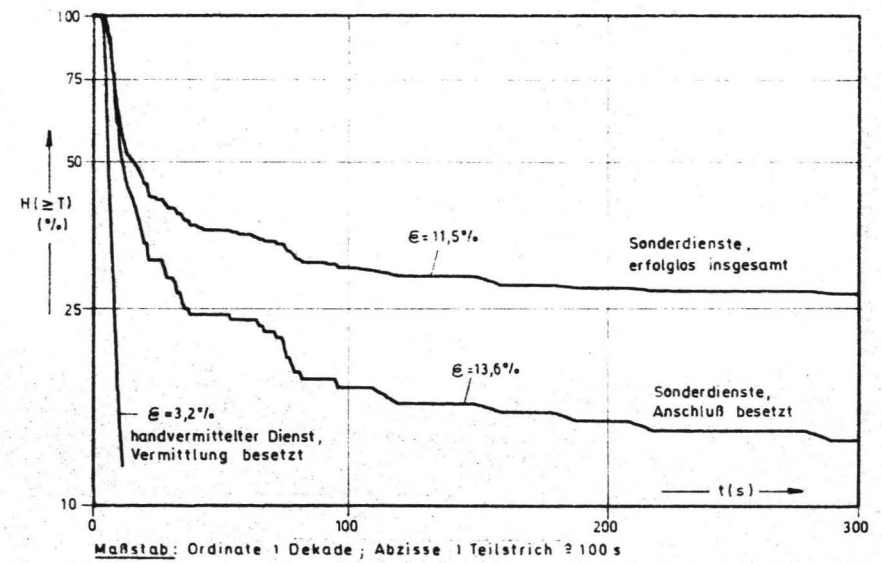
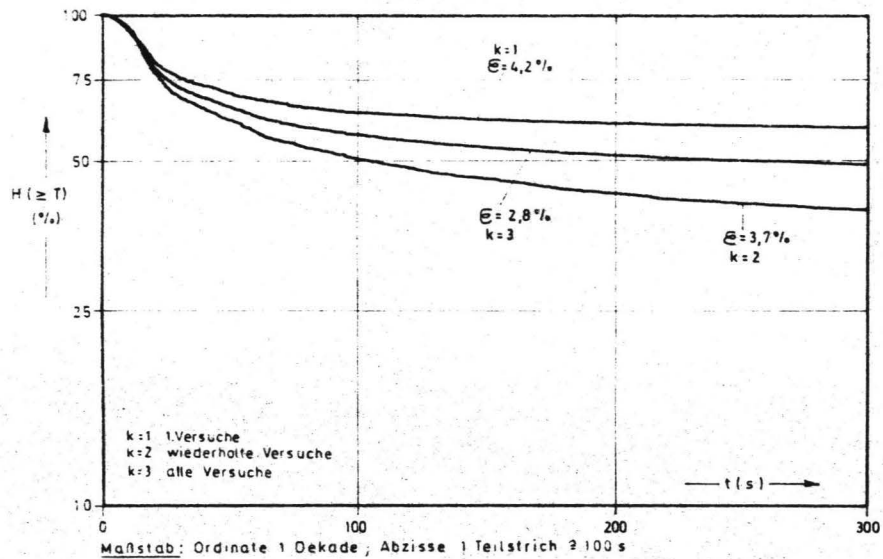


Bild 6 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines erfolglosen Anrufversuchs Ortsverkehr, erste und wiederholte Versuche, alle Teilnehmer, 8-21 Uhr

Bild 7 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines erfolglosen Anrufversuchs Sonderdienste und handvermittelter Dienst, alle Versuche, alle Teilnehmer, 8-21 Uhr

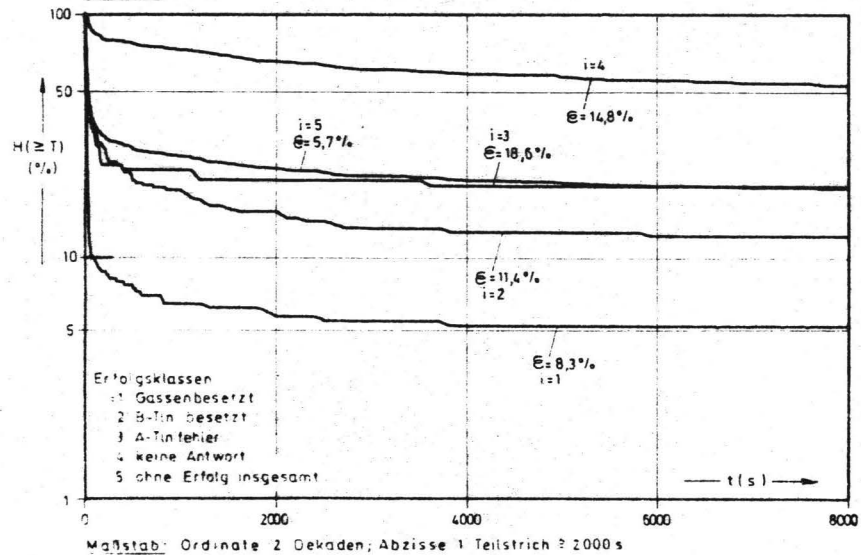
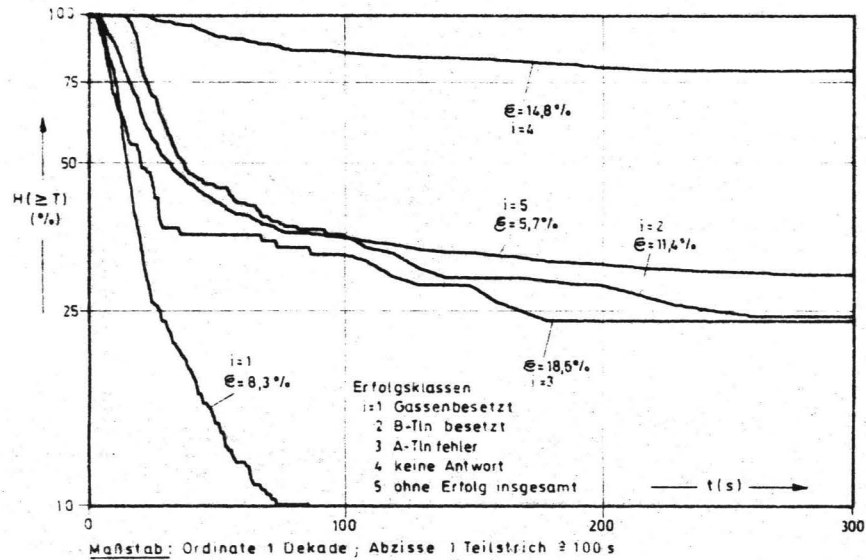


Bild 8 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs der Erfolgsklasse i

Inlands-SWFD, alle Versuche, alle Teilnehmer, 8-21Uhr

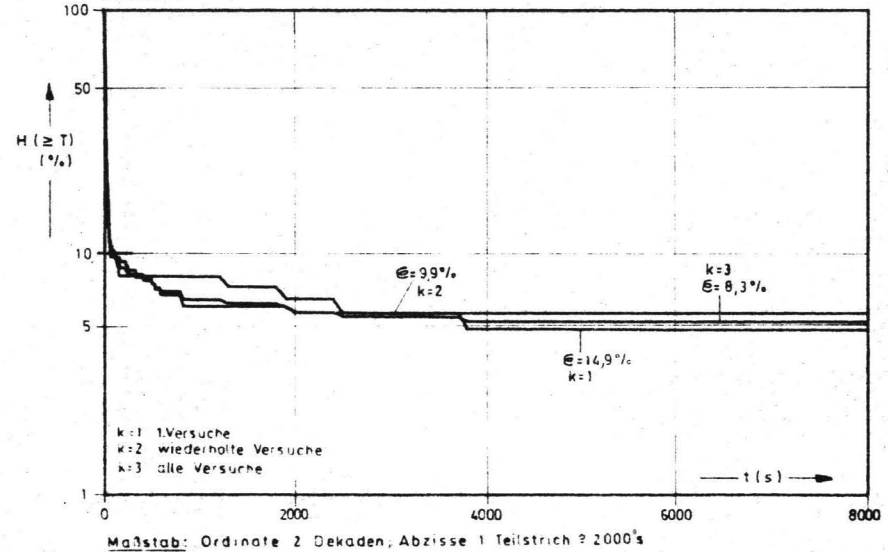
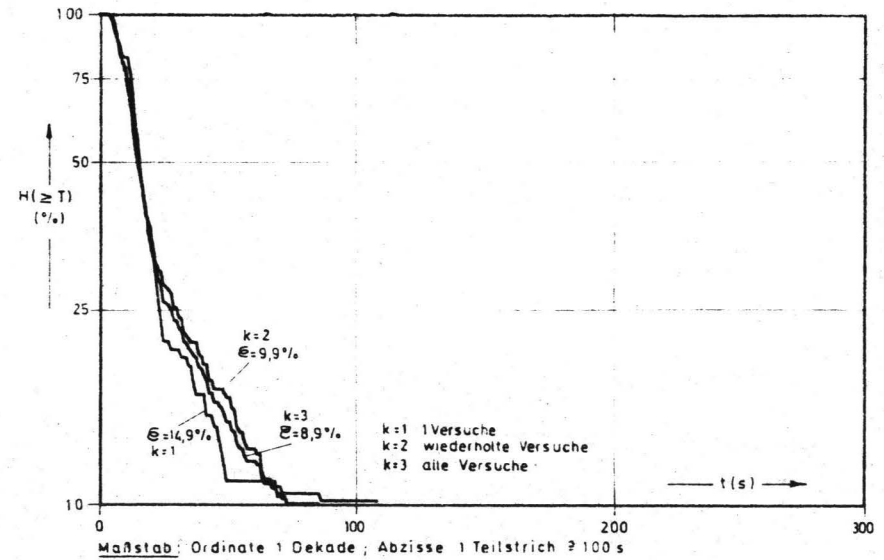


Bild 9 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs mit Gassenbesetzt

Inlands-SWFD, erste und wiederholte Versuche, alle Teilnehmer, 8-21Uhr

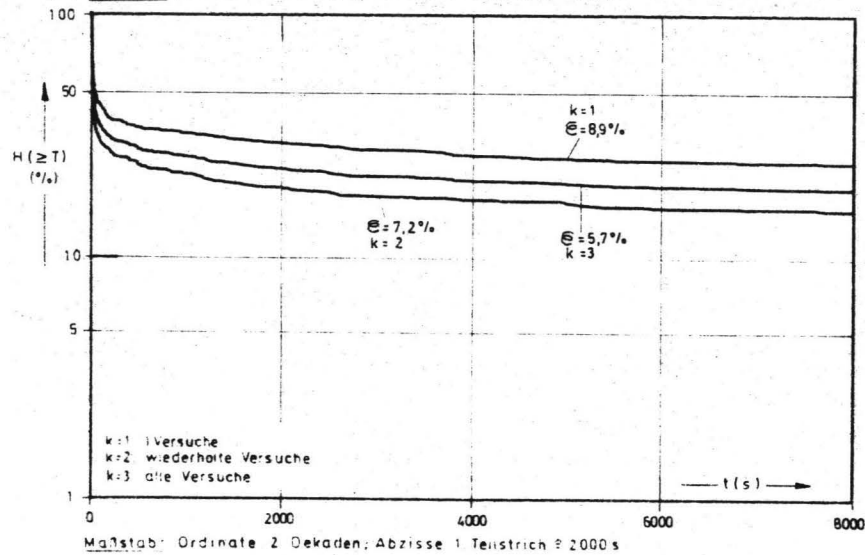
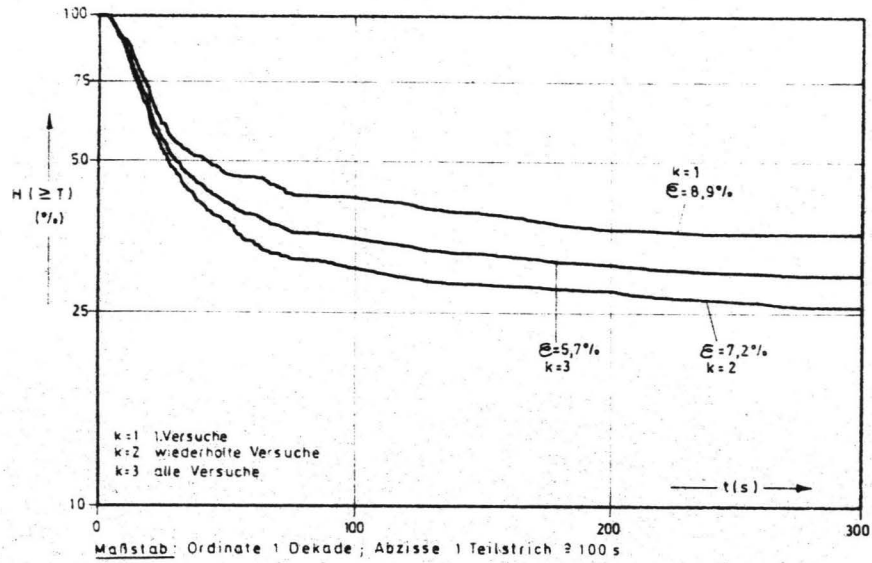


Bild 10 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines erfolglosen Anrufversuchs
 Inlands-SWFD, erste und wiederholte Versuche, alle Teilnehmer, 8-21Uhr

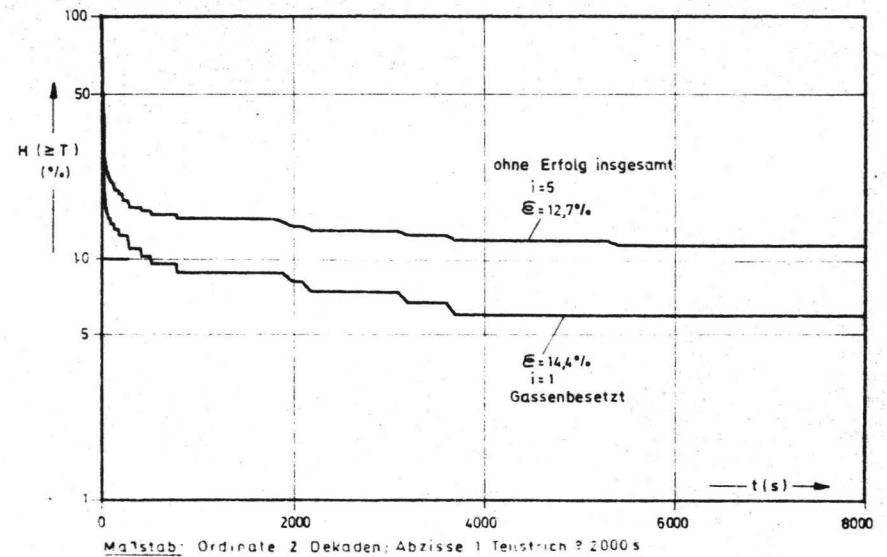
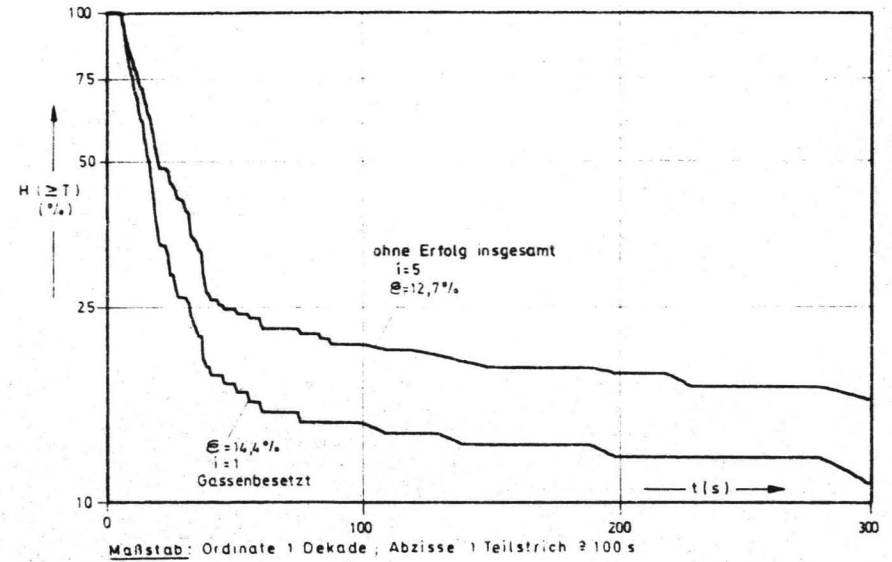
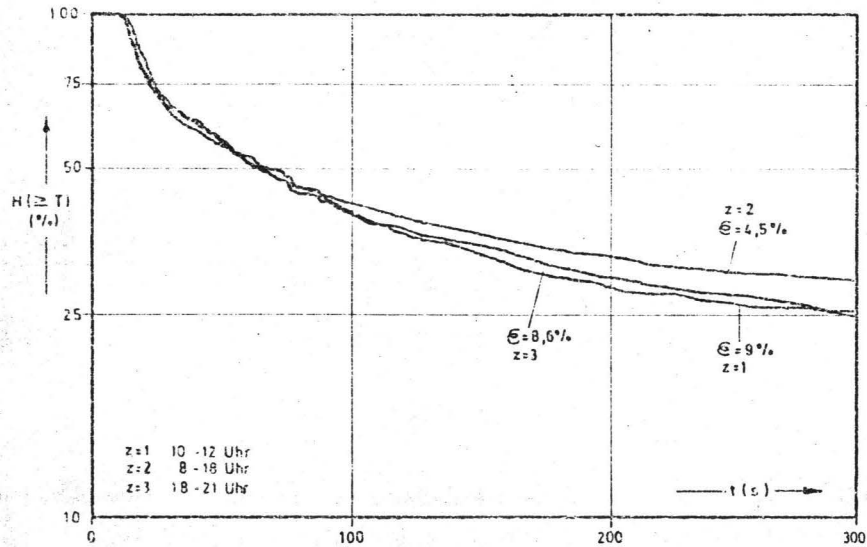
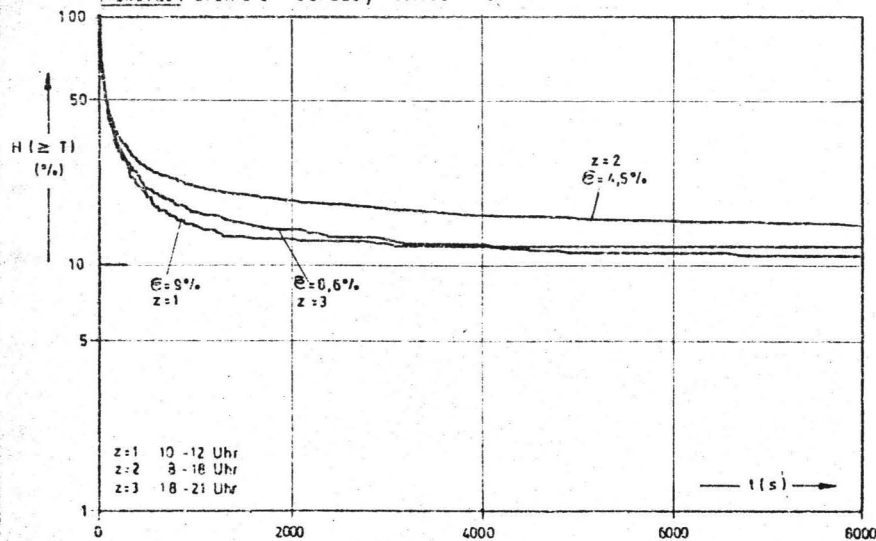


Bild 11 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines erfolglosen Anrufversuchs
 Auslands-SWFD, alle Versuche, alle Teilnehmer, 8-21Uhr

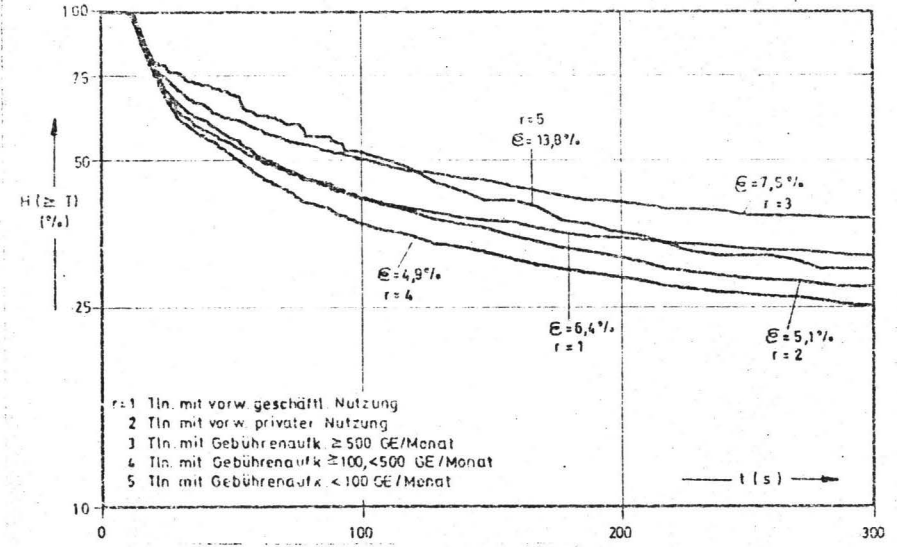


Maßstab: Ordinate 1 Dekade; Abzisse 1 Teilstrich ≈ 100 s

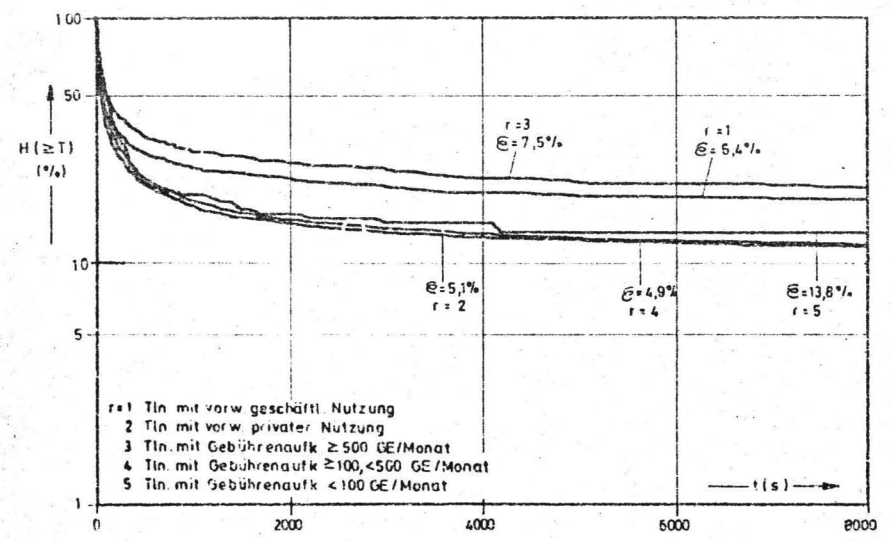


Maßstab: Ordinate 2 Dekaden; Abzisse 1 Teilstrich ≈ 2000 s

Bild 12 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs mit B-Teilnehmer-besetzt im Zeitabschnitt z Ortsverkehr, alle Versuche, alle Teilnehmer



Maßstab: Ordinate 1 Dekade; Abzisse 1 Teilstrich ≈ 100 s



Maßstab: Ordinate 2 Dekaden; Abzisse 1 Teilstrich ≈ 2000 s

Bild 13 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs mit B-Teilnehmer-besetzt von einem Teilnehmer der Klasse r Ortsverkehr, alle Versuche, 8-21Uhr

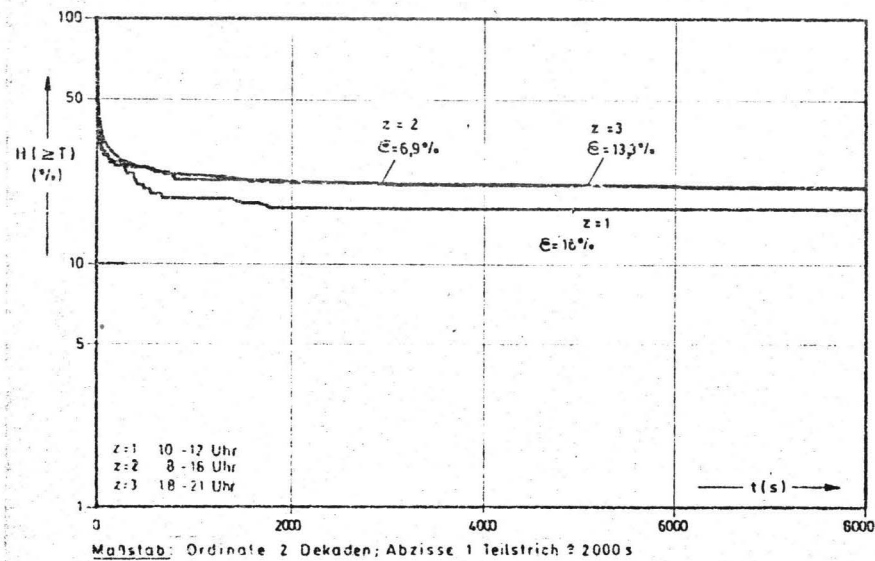
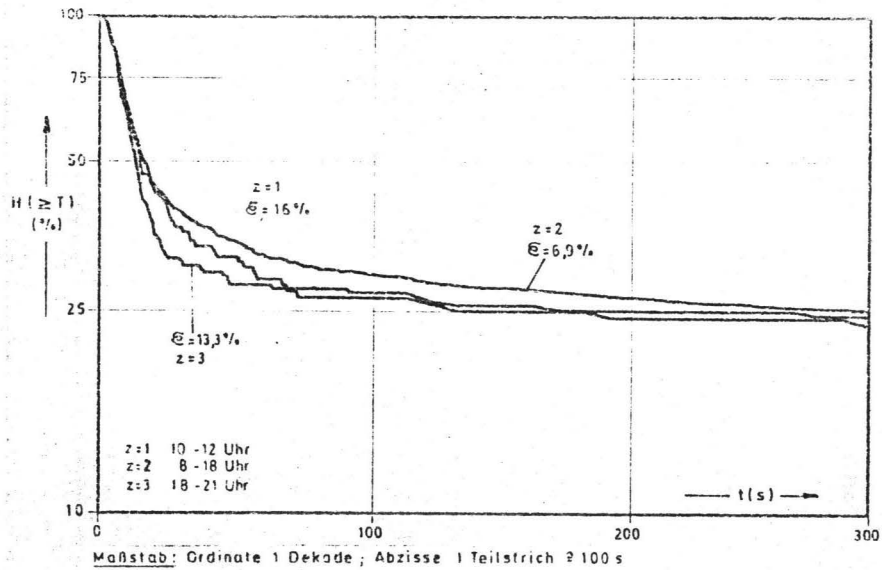


Bild 14 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs mit A-Teilnehmerfehlern im Zeitabschnitt z Ortsverkehr, alle Versuche, alle Teilnehmer

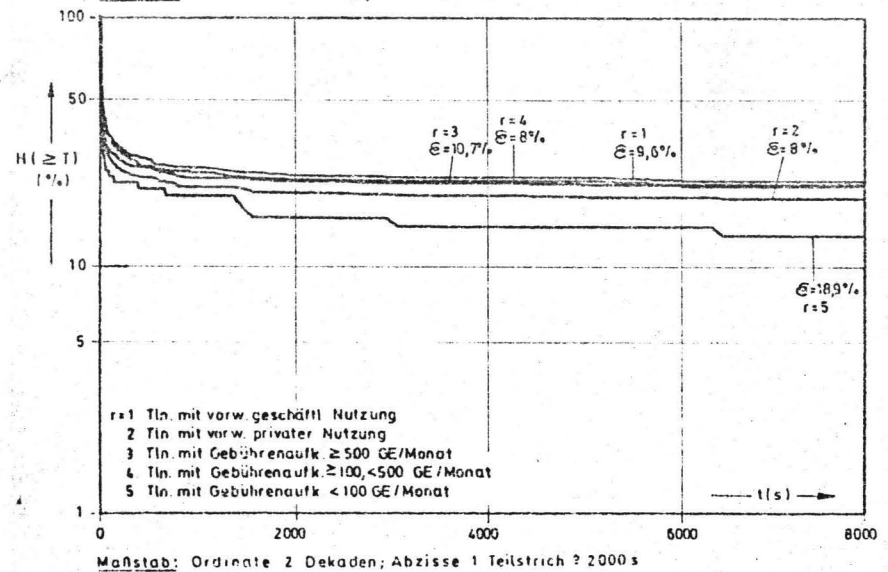
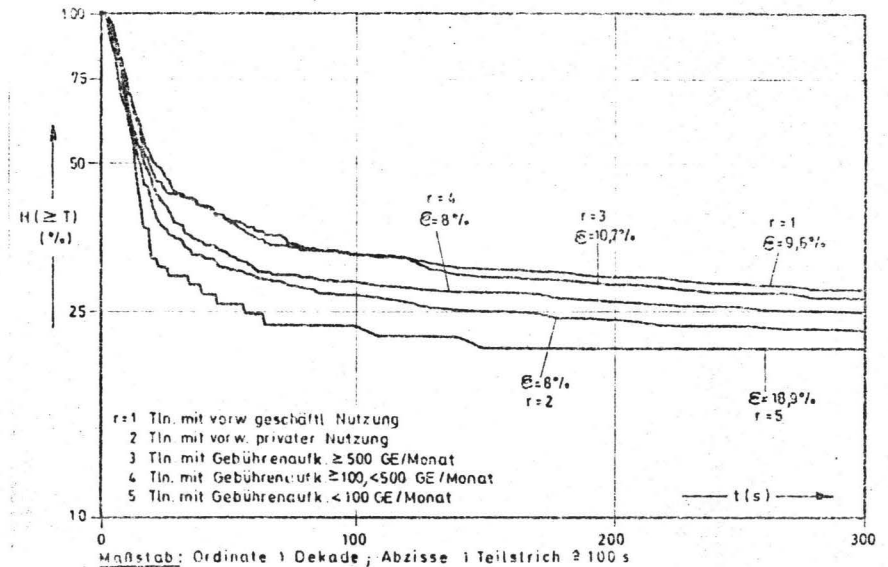


Bild 15 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs mit A-Teilnehmerfehlern von einem Teilnehmer der Klasse r Ortsverkehr, alle Versuche, 8-21Uhr

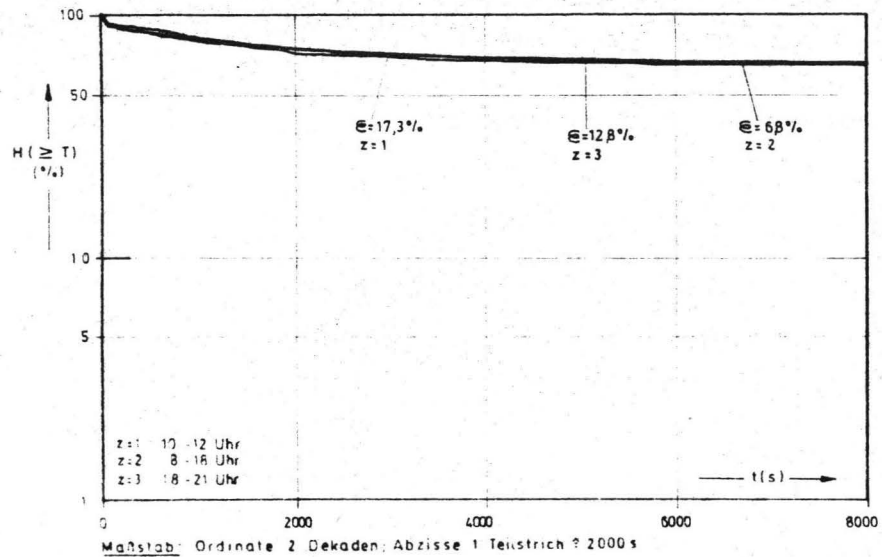
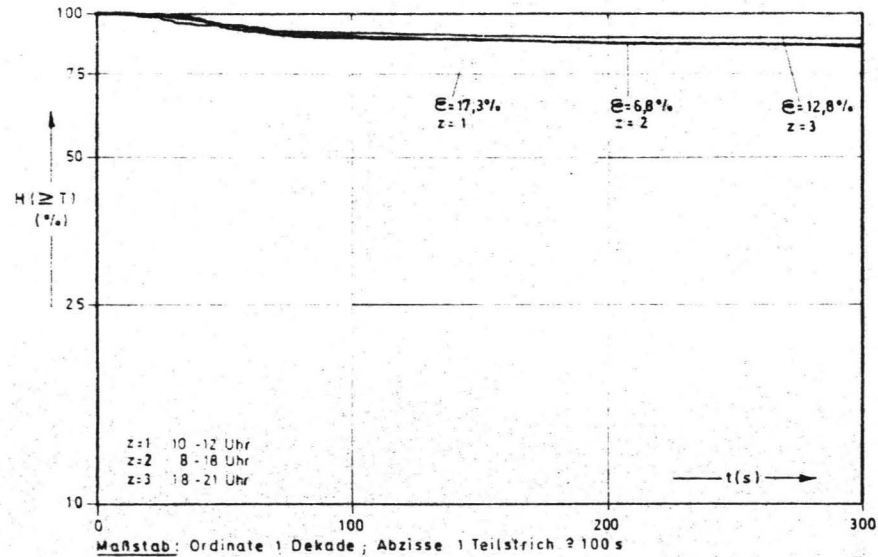


Bild 16 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs ohne Antwort des B-Teilnehmers im Zeitabschnitt z Ortsverkehr, alle Versuche, alle Teilnehmer

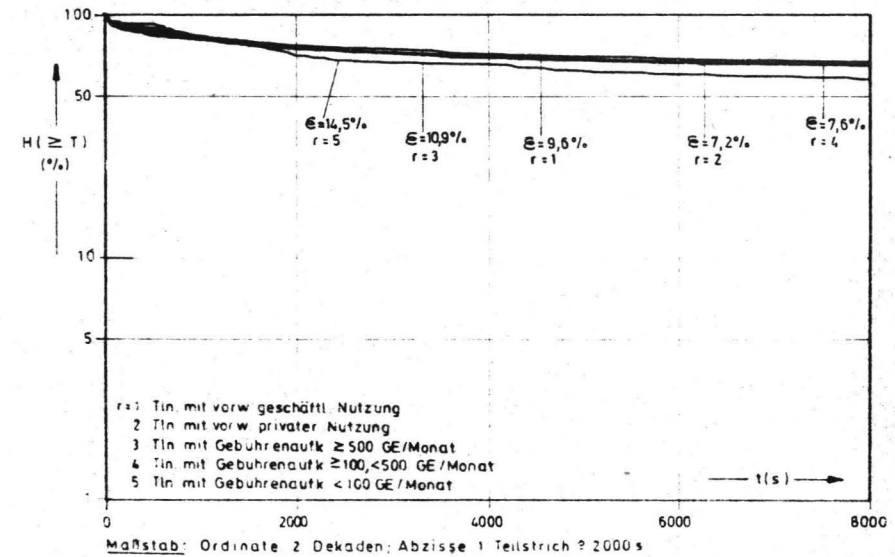
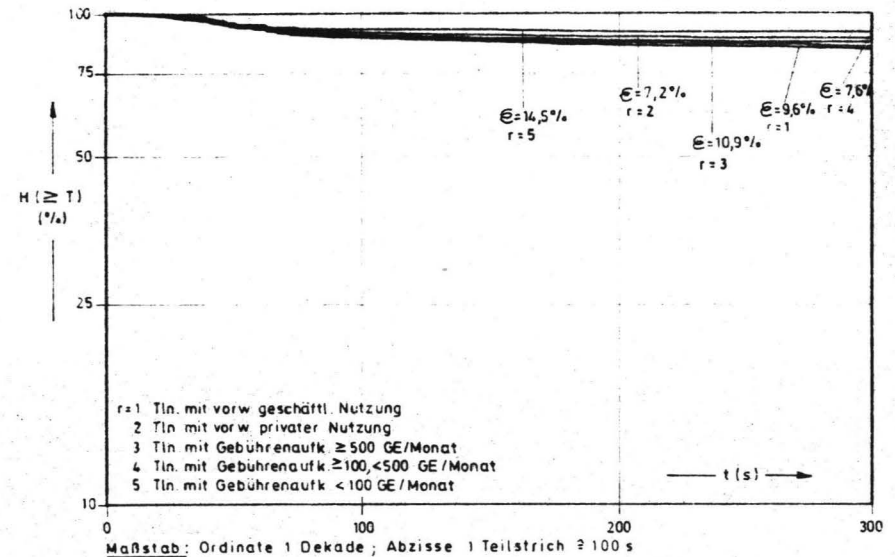
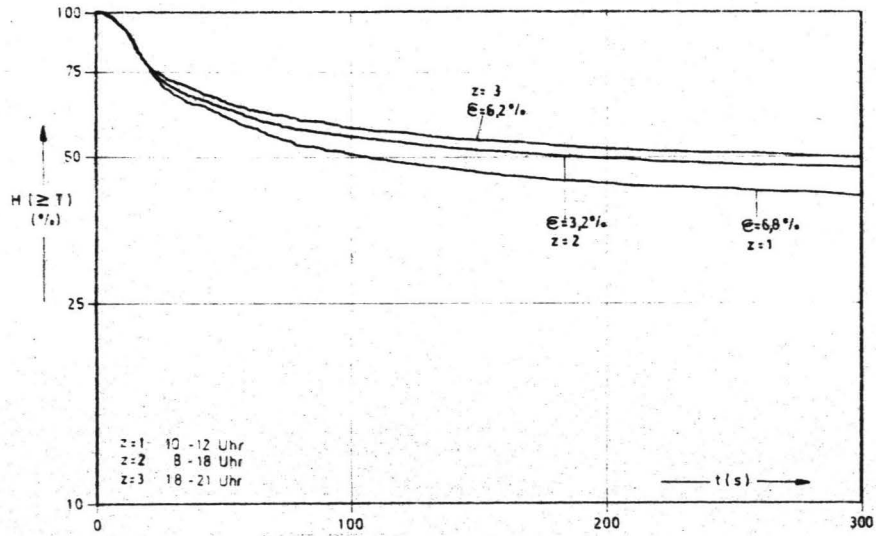
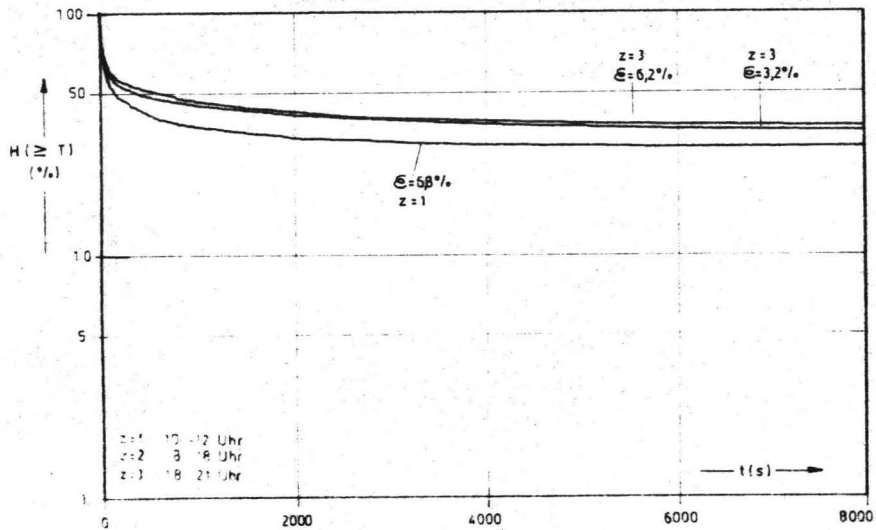


Bild 17 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs ohne Antwort des B-Teilnehmers von einem Teilnehmer der Klasse r Ortsverkehr, alle Versuche, 8-21Uhr

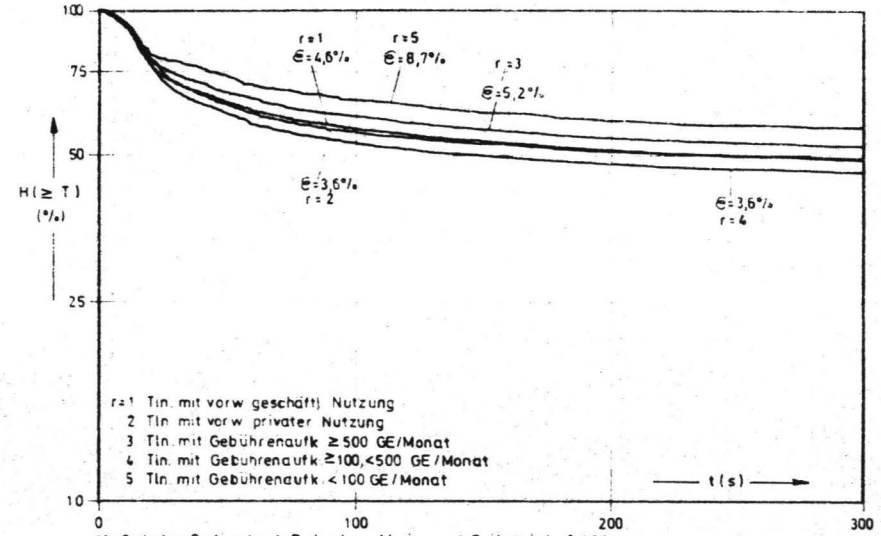


Maßstab: Ordinate 1 Dekade; Abzisse 1 Teilstrich \approx 100 s

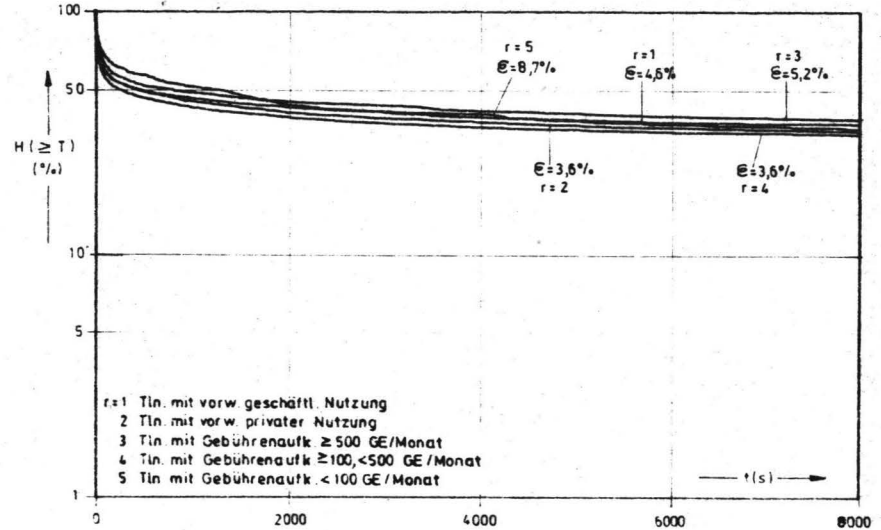


Maßstab: Ordinate 2 Dekaden; Abzisse 1 Teilstrich \approx 2000 s

Bild 18 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines erfolglosen Anrufer - suchs im Zeitabschnitt z Ortsverkehr, alle Versuche, alle Teilnehmer



Maßstab: Ordinate 1 Dekade; Abzisse 1 Teilstrich \approx 100 s



Maßstab: Ordinate 2 Dekaden; Abzisse 1 Teilstrich \approx 2000 s

Bild 19 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines erfolglosen Anrufer - suchs von einem Teilnehmer der Klasse r Ortsverkehr, alle Versuche, 8 - 21Uhr

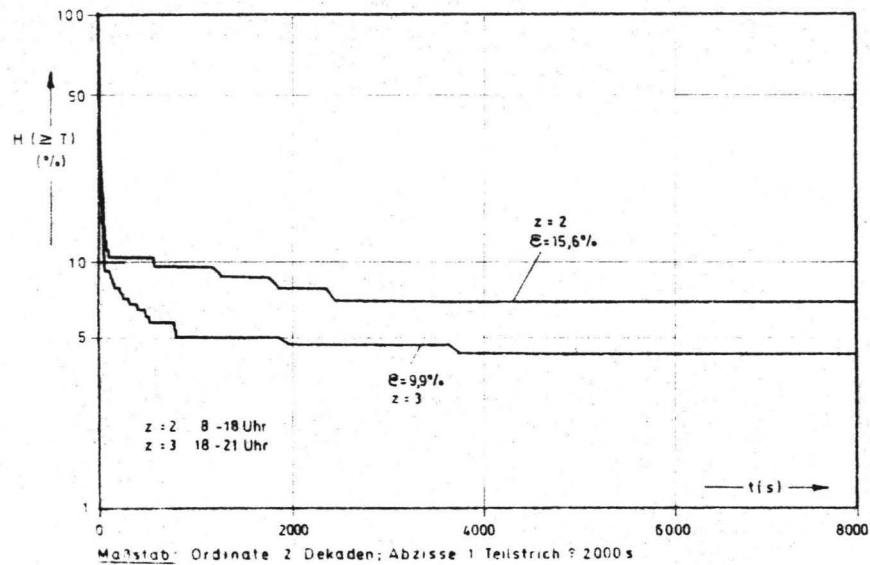
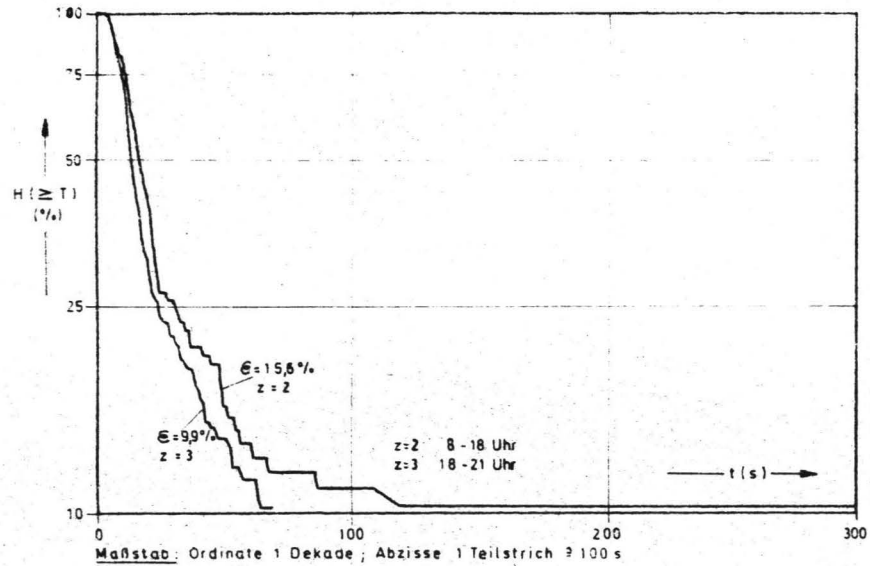


Bild 20: Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines Anrufversuchs mit Gassenbesetzt im Zeitabschnitt z
Inlands-SWFD, alle Versuche, alle Teilnehmer

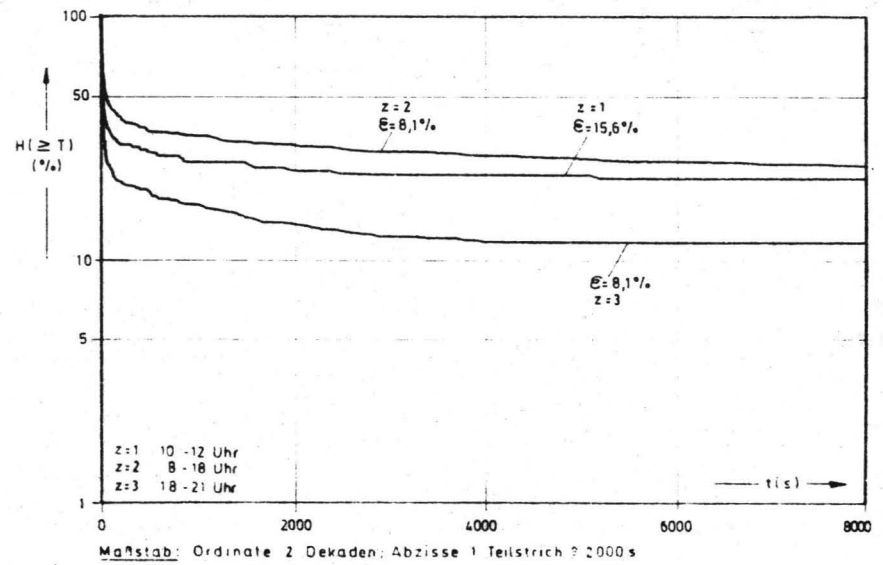
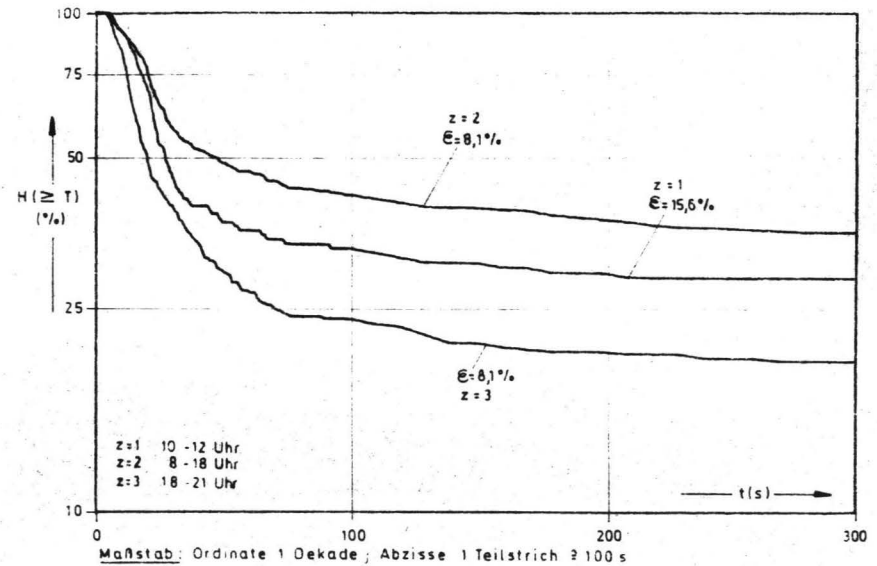


Bild 21: Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines erfolglosen Anrufversuchs im Zeitabschnitt z
Inlands-SWFD, alle Versuche, alle Teilnehmer

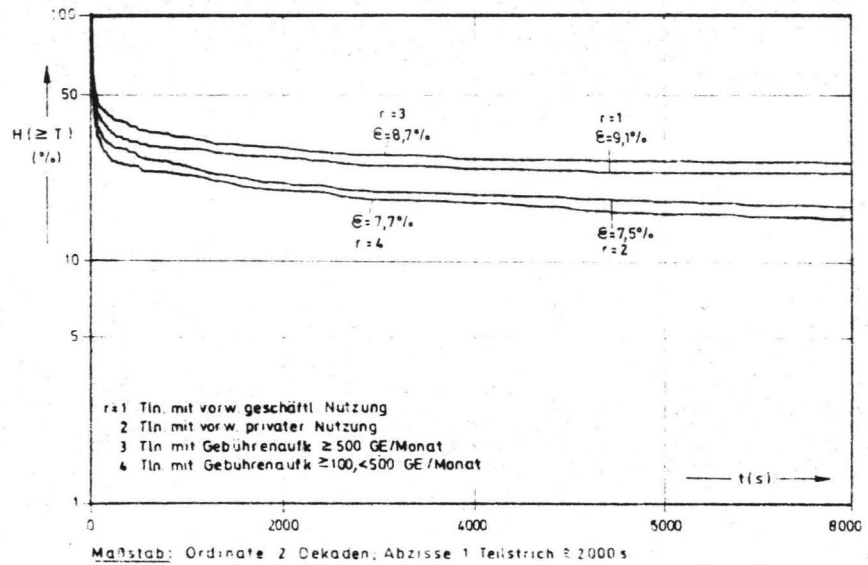
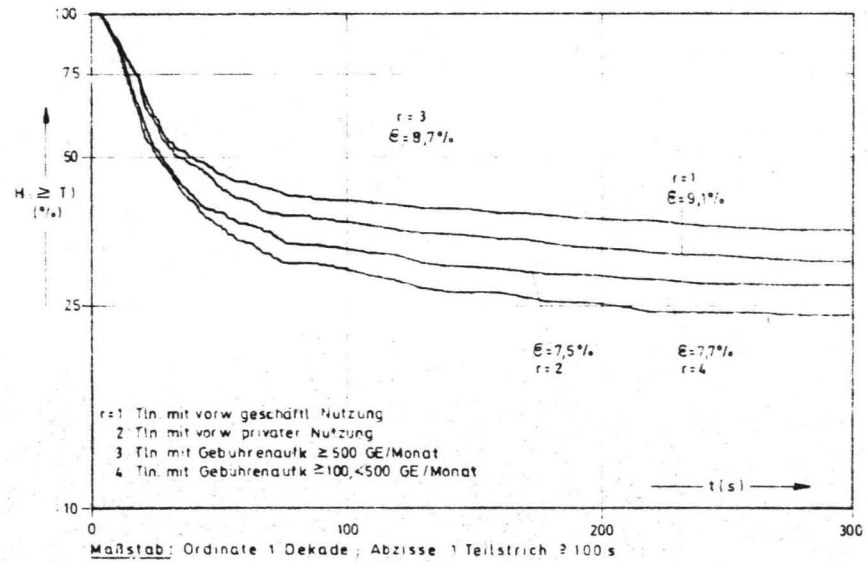


Bild 22 : Wahrscheinlichkeit von Zeiten $\geq T$ ohne Eintreffen einer Wiederholung nach Einfall eines erfolglosen Anrufversuchs von einem Teilnehmer der Klasse r
 Inlands - SWFD, alle Versuche, 8-21 Uhr

4. Zusammenfassung

Die wichtigsten Erkenntnisse, die durch die Analyse der Belegungsdauern und der Wiederholabstände gewonnen wurden, lassen sich wie folgt beschreiben:

- Die Dauer erfolgloser Versuche ist von der Erfolgsklasse abhängig. Die Abhängigkeit von der Ordnungszahl ist unterschiedlich; bei Gassenbesetzt, B-Teilnehmer-besetzt und A-Teilnehmerfehlern im Ortsverkehr sind wiederholte Versuche kürzer als erste Versuche. Bei Nichtmelden und bei Anrufen mit Gespräch sind dagegen keine nennenswerten Unterschiede erkennbar.
- Die Verteilung der Dauer erfolgloser Versuche ist gut durch eine Exponentialfunktion anzunähern, während erfolgreiche Ortsanrufe und alle Versuche Mischverteilungen darstellen. Im SWFD stimmen auch erfolgreiche Anrufe gut mit der exponentiellen Näherung überein, da hier aufgrund der Zeitzahlung extrem lange Gesprächszeiten sehr selten sind.
- Die Dauer erfolgloser Versuche einer Erfolgsklasse ist unabhängig von der Tageszeit; erfolgreiche Anrufe sind nach 18 Uhr erheblich länger als tagsüber; im SWFD ist ihre Dauer während der Zeit von 10 bis 12 kürzer als während der gesamten Tageszeit.
- Die Dauer erfolgloser Anrufversuche ist unabhängig von der Teilnehmerklasse. Dagegen besteht bei erfolgreichen Anrufen eine Abhängigkeit: Bei vorwiegend privater Nutzung und mit fallendem Gebührenaufkommen vergrößert sich die Dauer der Belegungen.
- Die Verteilung der Wiederholabstände zeigt bei Anrufversuchen von Teilnehmern mit Hauptanschlüssen die gleichen charakteristischen Eigenschaften wie bei Anrufversuchen von Nebenteilnehmern (siehe z.B. /6/). Sie läßt sich gut durch eine Mischung zweier Exponentialverteilungen mit um mindestens zwei Größenordnungen voneinander abweichenden Mittelwerten annähern. Die Mittelwerte der beiden Teil-

verteilungen sind von der Erfolgsklasse abhängig; die Werte steigen von Gassenbesetzt und A-Teilnehmerfehlern über B-Teilnehmer-besetzt zu Nichtmelden. Entsprechend fällt der Anteil der ersten Teilverteilung (Anteil kurzer Abstände). Er steigt dagegen mit der Ordnungszahl des Versuches sowie von Ortsverkehr über Inlands-SWFD zu Auslands-SWFD an.

- Ebenso wie bei Anrufversuchen von Nebenstellenteilnehmern können die Wiederholungen, die zum ersten Mischungsanteil gehören, nicht als statistisch unabhängig von den vorausgehenden Versuchen betrachtet werden; sie belasten das System stärker als unabhängige Zusatzverkehre.
- Bei sehr hoher Besetzungswahrscheinlichkeit steigt der Anteil der ersten Teilverteilung nahezu auf 100 %, und der Mittelwert sinkt stark ab; d.h. der Teilnehmer wiederholt ununterbrochen so schnell wie er kann.
- Der Anteil der ersten Teilverteilung (mit kurzen Abständen) ist im Zeitraum 10 - 12 Uhr und nach 18 Uhr höher als im Zeitraum 8 - 18 Uhr. Bezüglich der Teilnehmerklasse lassen die Ergebnisse den Schluß zu, daß Teilnehmer mit vorwiegend privater Nutzung ihres Anschlusses und solche mit höherem Gebührenaufkommen einen geringeren Anteil kurzer Wiederholabstände haben und daß der Mittelwert der Abstände bei ihnen kürzer ist.

Unser Dank gilt den Herren H. Brüggener, F. Finkbein, K. Kleine und M. Konitzer für ihre wertvolle Hilfe bei der Auswertung des umfangreichen Datenmaterials,

dem Fachbereich 20 der Technischen Universität für die Genehmigung zur Benutzung der Rechenanlage CAE 90/40 und den Mitarbeitern an der Rechenanlage für ihre Unterstützung,

der SIEMENS AG, München, Bereich Fernsprechtechnik, für die finanzielle Förderung des Vorhabens,

dem Fernmeldetechnischen Zentralamt der Deutschen Bundespost, das durch seine Genehmigung die Durchführung des Vorhabens möglich machte, sowie den Bediensteten der Landespostdirektion Berlin für ihre Unterstützung bei der Gewinnung der Meßdaten.

5. Literaturverzeichnis

1. R. Evers
K.E. Anders
Untersuchung über das Verhalten von Teilnehmern am öffentlichen Fernspreverkehr
Technischer Bericht Nr. 185 des Heinrich-Hertz-Instituts Berlin Charlottenburg (1975)
2. R. Evers
K.E. Anders
Teilnehmerabhängige Zeitintervalle innerhalb von Belegungen im öffentlichen Fernsprechnet
Technischer Bericht Nr. 186 des Heinrich-Hertz-Instituts Berlin Charlottenburg (1975)
3. R. Evers
Über das Verhalten des Fernsprechteilnehmers bei erfolglosen Anrufversuchen und den Einfluß dieses Verhaltens auf den Fernspreverkehr
Dissertation 1974 TU Berlin, Technischer Bericht Nr. 171 des Heinrich-Hertz-Instituts Berlin Charlottenburg (1974)
4. W. Stricker
Zeittreue Simulation eines Verkehrsablaufs
Diplomarbeit am Institut für Fernmelde-technik der TU Berlin (1974)
5. B.L. van der Waerden
Mathematische Statistik
Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York 1965
6. R. Evers
Measurement of Subscriber Reaction to Unsuccessful Call Attempts and the Influence of Reasons of Failure
Proceedings of the 7th International Teletraffic Congress, Stockholm 1973, Paper No. 544

