

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE**

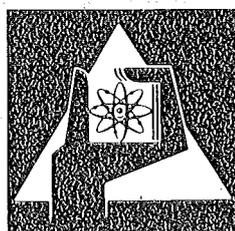
Dezember 1975

KFK 2215

Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit

**Statistische Voraussagen für Lage und Betrag der
maximalen Dosis bei störfallbedingter Emission**

S. Vogt



**GESELLSCHAFT
FÜR
KERNFORSCHUNG M.B.H.**

KARLSRUHE

Als Manuskript vervielfältigt

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.
KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

KFK 2215

Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit

Statistische Voraussagen für Lage und Betrag der
maximalen Dosis bei störfallbedingter Emission

S. Vogt

Gesellschaft für Kernforschung m.b.H. Karlsruhe

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Problemstellung	2
2. Berechnungsverfahren	3
2.1. Allgemeines	3
2.2. Stationäre Betrachtungsweise	4
2.3. Betrachtungsweise bei Berücksichtigung instationärer Wetterabläufe	4
2.4. Vergleich beider Betrachtungsweisen	6
3. Ergebnisse	7
3.1. Spezielle Einflüsse der Randbedingungen	8
3.1.1. Einfluß der Startzeit	8
3.1.2. Einfluß der Emissionsdauer	9
3.1.3. Einfluß der Quellstärke	10
3.2. Diagramme zur praktischen Vorhersage von Lage und Betrag der maximalen Dosis	11
3.2.1. Wahl einer Abschneidevorschrift	11
3.2.2. Gebrauch der Diagramme	11

Zusammenfassung

Um bei einer störfallbedingten Emission rechtzeitig Schutzmaßnahmen im erwarteten Gebiet der höchsten Belastung einleiten zu können, muß die Lage und der Betrag der maximalen Strahlendosis frühzeitig bekannt sein.

Hierzu werden Diagramme angeboten, die es gestatten, den ungefähren Ort, d.h. einen Sektor mit bestimmtem Öffnungswinkel und bestimmtem Quelldistanzbereich, der maximalen Dosis mit 90 %-iger Sicherheit vorherzusagen. Zu Beginn des Störfalls werden die gerade herrschende Ausbreitungsklasse, die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit als bekannt vorausgesetzt. Außerdem sollten die voraussichtliche Andauer der Emission und der zeitliche Verlauf der Quellstärke bekannt sein. Die Diagramme beinhalten weiterhin einen Korrekturfaktor, der es erlaubt, eine Beziehung herzustellen zwischen dem Betrag der wahren maximalen Dosis und dem Betrag der Dosis, der unter der Annahme errechnet wurde, daß die zu Emissionsbeginn herrschenden meteorologischen Bedingungen während der Dauer der Emission konstant bleiben.

Summary

Statistical prediction on the location and amount of maximum radiation dose during accidental emission

The location and amount of maximum radiation dose must be known early so that protective arrangements can be taken in time after accidental emission in the expected area of maximum exposure.

Diagrams are presented which allow to predict with a certainty of 90 % the approximate location of maximum dose, i.e. a sector having a defined aperture angle and a given region of source distance. The diffusion category, the wind direction and the wind velocity prevailing at the beginning of the accident are assumed to be known. Also, the expected duration of the emission and the development in time of the source strength should be known. Moreover, the diagrams include a correction factor allowing to establish a relationship between the amount of the actual maximum dose and the amount of the dose calculated on the assumption that the meteorological conditions applicable at the beginning of emission remain constant.

1. Problemstellung

Im Rahmen von Sicherheitsvorkehrungen bei einer störfallbedingten Kurzzeitemission mit einer Dauer von einer bis zu 24 h interessiert die Lage und der Betrag der maximalen Strahlendosis in der Umgebung des Emittenten.

Da bei schweren Reaktorstörfällen diejenige Strahlenbelastungen im Vordergrund stehen, welche von der Konzentration in der Luft abhängen, befassen sich die folgenden Ausführungen mit der konzentrationsabhängigen Dosis. Das zeitliche Integral der Schadstoffkonzentration $K(t)$ an einem Aufpunkt über eine gegebene Integrationszeit wird im folgenden als Dosis bezeichnet.

$$D = \int_{t_0}^{t_0 + \Delta t} K(t) dt$$

Das bis heute übliche Berechnungsverfahren zur Ermittlung der höchsten Strahlendosis ist ein stationäres Ausbreitungsmodell. Dabei wird die zu Emissionsbeginn herrschende Windgeschwindigkeit, die Windrichtung und die Ausbreitungskategorie für die gesamte Dauer Δt der Emission konstant gehalten. Die durch Aufsummation erhaltene Dosis am Ort des Maximums stimmt nur selten mit der tatsächlichen höchsten Dosis überein. Gewöhnlich ändern sich innerhalb mehrerer Stunden die Ausbreitungsbedingungen. Sehr deutlich wird dies für die Ausbreitungsrichtung und die Ausbreitungskategorie in /1/ gezeigt.

Während in der vorliegenden Arbeit der Beginn eines Störfalls und die zu diesem Zeitpunkt herrschenden meteorologischen Bedingungen als bekannt vorausgesetzt werden, berechneten HÜBSCHMANN, NESTER unabhängig von diesen Informationen, die maximale mit der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens gewichtete Dosis./2/.

SCHULTZ, VOELZ stellen in /3/ für Störfälle in Norddeutschland ebenfalls Überlegungen zur Frage der tatsächlichen Belastung an. Allerdings wird in /3/ die tatsächliche Belastung, die man aufgrund der wechselnden meteorologischen Bedingungen nach einer mehrstündigen Emission erhält, immer am Ort X_0 des Dosismaximums in der ersten Stunde betrachtet. Im Gegensatz hierzu wird in der vorliegenden Arbeit die wahre Lage (W_T, X_T) des Dosismaximums immer wieder neu gesucht.

2. Berechnungsverfahren

2.1. Allgemeines

Als Datenmaterial liegen für die Jahre 1972 bis 1974 1-h-Mittelwerte der Ausbreitungskategorie sowie der Windrichtung- und -geschwindigkeit aus verschiedenen Höhen am 200 m Mast des Kernforschungszentrum Karlsruhe vor. Näheres zur Datenerfassung und -verarbeitung siehe unter /4/ und /5/.

Somit liegt für jede Stunde ein vollständiger Satz von Parametern vor, die die Ausbreitung bestimmen. Der kleinste Zeitschritt ist damit eine Stunde.

Die Bodenkonzentration läßt sich dann unter folgenden Annahmen errechnen:

- Abgabe der Abluft über den intakt gebliebenen Kamin,
- bekannte Quellstärke der Radioaktivität,
- kein thermischer Auftrieb der Abluft,
- Ausbreitung der Abgasfahne entsprechend einer 2-dimensionalen Gaussverteilung,
- σ -Kurvenscharen für die seitliche und vertikale Ausbreitung nach PASQUILL/GIFFORD /6/.

Für alle weiteren Berechnungen bilden folgende Überlegungen die Grundlage:

Zu Beginn eines Störfalls ist als bekannt vorauszusetzen: Windrichtung- und -geschwindigkeit sowie die Ausbreitungskategorie. Konkrete Vorstellungen für ein solches Informationssystem für kerntechnische Anlagen haben DILGER et.al. entwickelt /7/. Da die voraussichtliche Emissionsdauer unter Umständen schwer abzuschätzen ist, werden verschieden lange Emissionszeiträume angenommen. Der Betrag der Quellstärke ist im allgemeinen unsicher und von der Unfallart abhängig. Da aber im folgenden keine Absolutwerte sondern Verhältnisse von Dosen berechnet werden, bleibt dies ohne Bedeutung. Allerdings spielt der zeitliche Verlauf der Quellstärke eine große Rolle. Deshalb wird einmal eine konstante Quellstärke während eines Störfalls angenommen ($\dot{A} = 1 \frac{Ci}{s}$), zum anderen soll die Quellstärke exponentiell auf 10 % des Anfangwertes abfallen. Als Kaminhöhe ist 60 m angenommen.

2.2. Stationäre Betrachtungsweise

Für einen vorgegebenen Emissionsbeginn t_0 und einen festen Emissionszeitraum Δt bestimmen bei Annahme stationärer Wetterbedingungen folgende Größen Lage und Betrag der maximalen Dosis:

- W_0 = Ausbreitungsrichtung bei Emissionsbeginn,
- X_0 = Quelldistanz des Ortes, an dem nach der 1. Stunde die maximale Dosis auftritt,
- D_0 = Betrag des Dosismaximums am Ort (W_0, X_0) ,
- D_s = Betrag der in der Zeit Δt am Ort (W_0, X_0) akkumulierten Dosis.
Bleibt während der Zeit Δt die Quellstärke konstant so gilt:

$$D_s = D_0 \cdot \Delta t$$

Bei abnehmender Quellstärke verringert sich D_s im Verhältnis zur abnehmenden Quellstärke.

2.3. Betrachtungsweise bei Berücksichtigung instationärer Wetterabläufe

Wie in der Einleitung bereits ausgeführt, ergeben sich im Zeitintervall Δt meist Winddrehungen, Windgeschwindigkeitsänderungen oder Kategorienwechsel. Daher wird die in der Zeit Δt akkumulierte maximale Dosis an einem anderen Ort als (W_0, X_0) liegen, und der Betrag wird nicht gleich D_s sein.

Zur Beschreibung einer instationären Betrachtungsweise werden folgende Größen eingeführt:

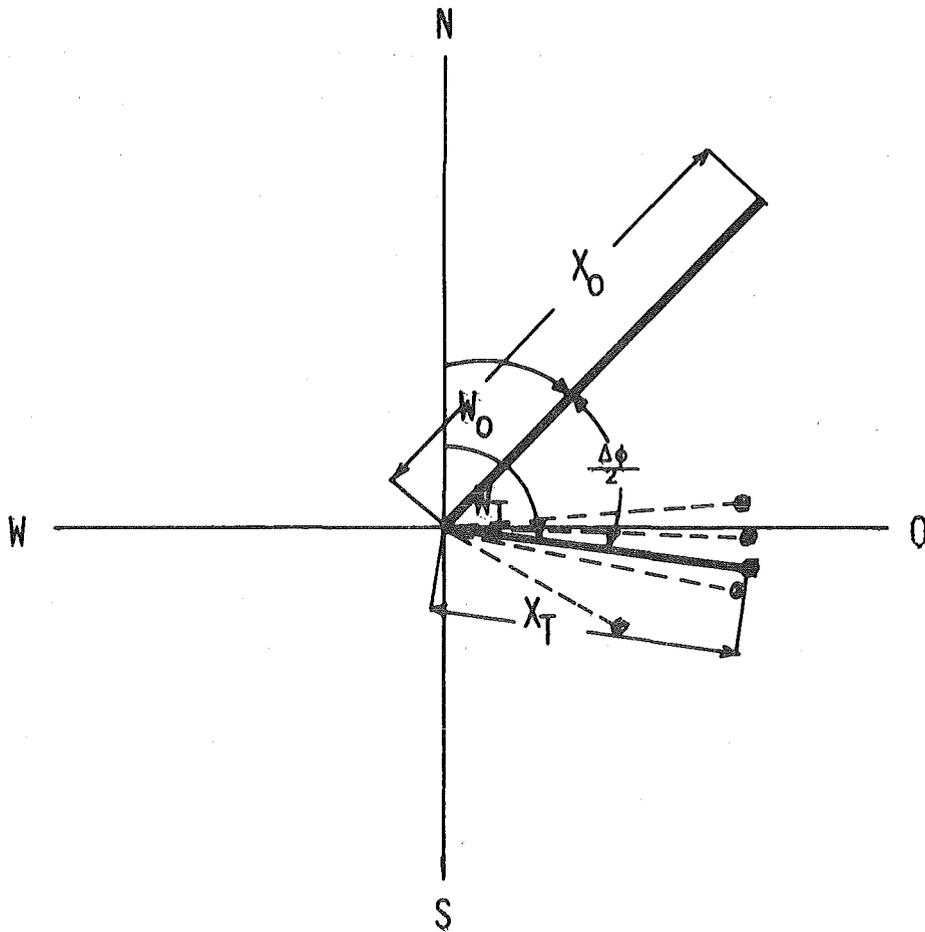
- D_T = Betrag der in der Zeit Δt akkumulierten maximalen Dosis unter Berücksichtigung instationärer Bedingungen,
- X_T = Quelldistanz des Ortes, an dem diese maximale Dosis D_T auftritt,
- W_T = Azimutale Lage dieses Ortes.

In Skizze a) werden die Betrachtungsweisen aus 2.2. und 2.3. nochmals dargestellt. Hierzu wird ein schematischer Wetterablauf während einer mehrstündigen Emission mit konstanter Quellstärke wie folgt angenommen:

Bei Emissionsbeginn wehte der Wind aus südwestlicher Richtung bei stabiler Kategorie. Danach drehte der Wind auf westliche Richtungen und die Kategorie ging über zu neutral bis leicht labil.

Skizze a):

Gestrichelt eingetragen sind die Ausbreitungsrichtungen in den Stunden t_{o+1h} , t_{o+2h} , ... $t_{o+\Delta t}$. Die Lage der Dosismaxima in diesen Stunden sind mit \otimes bezeichnet.



2.4. Vergleich beider Betrachtungsweisen

Zum Vergleich der Betrachtungsweisen aus Abschnitt 2.2. und 2.3. werden folgende Gleichungen benötigt.

$$\text{Dosisverhältnis: } V_D = \frac{D_T - D_0}{D_S - D_0} \quad (1)$$

$$\text{Sektorbreite: } \Delta\phi = 2|W_T - W_0| \quad (2)$$

In Gleichung (1) wird in Zähler und Nenner die Dosis D_0 abgezogen, damit das Verhältnis V_D nicht zu stark durch die Emissionsdauer beeinflusst wird.

An folgendem Beispiel wird dies erläutert:

Im Falle a) wird eine Emission über 3 Stunden, im Falle b) eine Emission über 12 Stunden bei konstanter Quellstärke und gleichbleibender Ausbreitungskategorie angenommen. In beiden Fällen seien die Winddrehungen während der Dauer der Emission groß, und die zeitliche Änderung der Windgeschwindigkeit verlaufe so, daß die maximale Dosis D_T schon in der ersten Stunde auftritt. Dann gilt $D_0 = D_T$.

Ohne Abzug von D_0 ergibt sich V_D zu 1/3 bzw. im Falle b) zu 1/12.

Mit Abzug der Dosis D_0 gemäß Gleichung (1) ergibt sich V_D im Falle a) und b) zu 0.

In Abschnitt 2.3. wurde die Quelldistanz X_T eingeführt. Die Entfernung X_T wird durch die Quellhöhe und durch die Ausbreitungskategorie festgelegt. Bei bekannter Quellhöhe kann daher die Ausbreitungskategorie zur Festlegung der Quelldistanz verwendet werden. Um die folgenden Ergebnisse auf Quellhöhen ungleich 60 m übertragen zu können, werden Angaben über Quelldistanzen nur noch durch die Ausbreitungskategorie vorgenommen. Die entsprechenden Werte für geänderte Quellhöhen und Kategorien können aus /8/ entnommen werden.

In /8/ werden allerdings rauhigkeitsbedingte Verschiebungen der Ausbreitungsparameter σ_y und σ_z nicht berücksichtigt. Ausbreitungsexperimente in Jülich /9/ und Karlsruhe /10/ ergaben aber, daß die in /8/ zugrundegelegten PASQUILL/GIFFORD'schen Ausbreitungsparameterkurven nicht für das insgesamt rauhere Gelände der BRD repräsentativ sind. NESTER gibt in /11/ ein Verfahren an, das es gestattet, den Einfluß der Rauhigkeit auf die Ausbreitungskurven zu berücksichtigen.

Für alle Tage im Zeitraum vom 1.1.1972 bis 31.12.1974 werden Angaben über V_D , $\Delta\phi$ und X_T bei festgehaltenem Emissionsbeginn und vorgegebener Dauer der Emission ermittelt. Der Beginn der Emission t_0 wurde zu den Zeiten 1.00, 5.00, 8.00, 9.00, 11.00, 13.00, 17.00, 19.00 und 21.00 Uhr angenommen. Als Dauer der Emission Δt wurden 3, 6, 12 und 24 Stunden vorgegeben. Diese 9x4 Kombinationsmöglichkeiten von Startzeit und Emissionsdauer wurden mit konstanter und exponentiell abklingender Quellstärke gerechnet. Bei exponentiellem Abfall betrug die Quellstärke nach der Zeit Δt noch jeweils 10 % des Anfangwertes.

3. Ergebnisse

Jede Kombinationsmöglichkeit ergab für jeden der betrachteten Tage ein Wertetripel von Dosisverhältnis V_D , Sektorbreite $\Delta\phi$ und Quelldistanz X_T . Hieraus konnten Häufigkeitsstatistiken für diese drei Größen in Abhängigkeit von der Emissionsdauer Δt , Beginn der Emission und Verlauf der Quellstärke erstellt werden.

3.1. Spezielle Einflüsse der Randbedingungen

3.1.1. Einfluß der Startzeit

Mit der Festlegung des Emissionsbeginns t_0 ist gleichzeitig die Lage und der Betrag des Dosismaximums in der ersten Stunde durch die zu dieser Zeit herrschenden Wetterbedingungen bestimmt. Wie eingangs erläutert, werden im stationären Modell diese Wetterbedingungen für die Dauer Δt festgehalten. Es ist offensichtlich, daß das stationäre Modell dann besonders unrealistische Werte liefert, wenn sich die Wetterbedingungen innerhalb des Emissionszeitraumes stark ändern. Z.B. findet sehr oft beim Übergang von Nacht zu Tag und umgekehrt eine Änderung der Ausbreitungskategorie statt. Abb. 1 zeigt zur Veranschaulichung hierfür eine Häufigkeitsverteilung der Kategorien in Abhängigkeit der Tageszeit.

Wie groß der Fehler des stationären Modells sein kann, soll im folgenden dargestellt werden.

Als Startzeit t_0 wurde zunächst 1.00 Uhr gewählt, die Quellstärke soll während der 6-stündigen Emission konstant bleiben. Abb. 2 zeigt die Summenhäufigkeit der Sektorbreite $\Delta\phi$. Scharparameter ist die zu Beginn der Emission herrschende Kategorie. Herrscht z.B. nachts um 1.00 Uhr die Kategorie F, so beträgt der doppelte Winkel zwischen W_0 und der Ausbreitungsrichtung W_T , die die Lage der maximalen Dosis festlegt, in 90 % aller Fälle höchstens 155° . Bei einer Startzeit um 9.00 Uhr, Abb. 3, vergrößert sich der entsprechende Sektor auf 245° .

Tab. 1 ermöglicht für dieselben Randbedingungen von Startzeit, Emissionsdauer und Verlauf der Quellstärke Aussagen über die Quelldistanz X_T der maximalen Dosis D_T . Herrscht nachts um 1.00 Uhr die Kategorie F (linke Spalte) so tritt in 47,6 % der Fälle die wahre maximale Dosis wieder bei Kategorie F auf, d.h. die Quelldistanz bleibt erhalten. In 15,9 % der Fälle tritt die wahre maximale Dosis bei Kategorie D auf. Eine spätere Startzeit, 9.00 Uhr, Tab. 2, liefert die entsprechenden Werte zu 8,1 % bzw. 36,7 %.

In Abb. 4 ist für obige Randbedingungen von Startzeit, Dauer der Emission und Verlauf der Quellstärke die Summenhäufigkeit des Dosisverhältnisses V_D dargestellt. Herrschte z.B. bei Emissionsbeginn die Kategorie F, so unterscheidet sich in 90 % aller Fälle die Dosis $D_T - D_0$ von der "stationär errechneten" Dosis $D_S - D_0$ um den Faktor 1,17. Bei einem vier Stunden späteren Emissionsbeginn beträgt der Faktor 1,51, Abb. 5.

3.1.2. Einfluß der Emissionsdauer

Für eine kurze Emissionsdauer liefert das stationäre Modell recht brauchbare Aussagen über Ort und Betrag der maximalen Dosis. Je länger aber die Emission andauert, desto unrealistischer werden die Aussagen. Für Δt von 3, 12 und 24 Stunden wird dies für die Sektorbreite $\Delta\phi$ in den Abbn. 6 bis 8 gezeigt. Bei der Kategorie F zum Zeitpunkt $t_0 = 1.00$ Uhr und einer Emissionsdauer von $\Delta t = 3$ h beträgt in 90 % aller Fälle der Sektor $\Delta\phi$ höchstens 80° , Abb. 6. Wächst t bis auf 24 Stunden an, so vergrößert sich $\Delta\phi$ auf 240° , Abb. 8.

Die Tabn. 3 bis 5 veranschaulichen den Einfluß der Emissionsdauer auf die Quelldistanz X_T . Während bei 3-stündiger Emission und Startkategorie F, Tab. 3 in 58,5 % aller Fälle wieder F die Kategorie ist, welche das Dosismaximum bestimmt, also $X_T = X_0$, ist dies bei 12-, Tab. 4, bzw. 24-stündiger Emission, Tab. 5, nur noch in 11,4 % bzw. 1,9 % gegeben.

Auch das Dosisverhältnis V_D zeigt eine Abhängigkeit von Δt , Abb. 9 bis 11. Unabhängig von der jeweiligen Startkategorie verlaufen die Kurven der Summenhäufigkeit von V_D umso flacher, je kürzer eine Emission andauert. Ganz pauschal kann daher gesagt werden, daß in den meisten Fällen mit einem stationären Modell der Betrag der maximalen Dosis umso mehr überschätzt wird, je länger die Emission andauert.

3.1.3. Einfluß der Quellstärke

Alle bisherigen Berechnungen gingen aus von einer konstanten Quellstärke für die Dauer der Emission. Für einen Störfall ist ein solcher Verlauf der Quellstärke aber wenig wahrscheinlich. Die Quellstärke wird vielmehr mit der Zeit abnehmen. Deshalb wird im folgenden angenommen, daß die Quellstärke exponentiell abnimmt und nach der Emissionszeit Δt 10 % des anfänglichen Wertes erreicht. In jeder Stunde des Emissionszeitraums wurde mit einer mittleren Quellstärke gerechnet. Für eine Emissionsdauer von 6 Stunden und eine Startzeit um 1.00 Uhr zeigt Abb. 12, daß in 90 % aller Fälle die Sektorbreite $\Delta\phi$ nur 40° beträgt, sofern zu Emissionsbeginn die Kategorie F herrschte. Im Gegensatz hierzu ergibt sich bei konstanter Quellstärke aus Abb. 2 die Sektorbreite zu 155° , vorausgesetzt, es gelten dieselben Randbedingungen von t_0 und Δt .

Tab. 6 zeigt im Vergleich zu Tab. 1 ebenfalls sehr deutlich den Einfluß des Verlaufs der Quellstärke. Bei konstanter Quellstärke und Startkategorie F gilt in 47,6 % aller Fälle $X_T \equiv X_0$ (Tab. 1). Eine exponentiell abnehmende Quellstärke erhöht den Anteil auf 76,2 % (Tab. 6).

Erwartungsgemäß wird auch das Dosisverhältnis V_D durch einen geänderten Verlauf der Quellstärke beeinflusst. Meist ergeben sich bei abnehmender Quellstärke, Abb. 13, niedrigere V_D -Werte als bei konstanter Quellstärke, Abb. 4.

Alle diese Ergebnisse zeigen, daß bei abnehmender Quellstärke die maximale Dosis D_T meist durch die in der ersten Stunde nach Emissionsbeginn herrschenden Wetterbedingungen bestimmt wird. Selten können in den nachfolgenden Stunden höhere Dosiswerte durch Überlagerung entstehen, da dann die Quellstärke schon stark abgefallen ist.

3.2. Diagramme zur praktischen Vorhersage von Lage und Betrag der maximalen Dosis

3.2.1. Wahl einer Abschneidevorschrift

In Abschnitt 2.4. wurde gezeigt, wie die unter Annahme stationärer Bedingungen errechnete maximale Dosis D_S durch die Größen V_D , $\Delta\phi$ und X_T mit der Lage (W_T , X_T) und dem Betrag D_T der tatsächlichen Dosis verknüpft ist.

Die Abbn. 2-13 und die Tabn. 1-6 zeigen, daß die Werte von V_D , $\Delta\phi$ und X_T u.U. einen sehr breiten Wertebereich umfassen können. Will man mithilfe von Mittelwerten dieser Größen die Aussage des stationären Modells verbessern, so wird die Voraussage von Lage und Betrag der tatsächlichen Dosis bei außergewöhnlichen Wetterentwicklungen sehr zweifelhaft. Daher werden die Werte von V_D , $\Delta\phi$ und X_T durch die Forderung festgelegt, daß 90 % aller vorkommenden Fälle damit beschrieben werden können. Durch diese Abschneidevorschrift kann aber der Eindruck entstehen, daß Situationen mit hoher anfänglicher Dosis D_0 und großer Überlagerungstendenz etwa infolge großer Windrichtungsbeständigkeit in einer nichtzulässigen Weise vernachlässigt werden. Es konnte aber gezeigt werden, daß in allen betrachteten Situationen hohe anfängliche Dosen D_0 nicht durch Überlagerung erhöht werden, da keine Korrelation zwischen einer hohen Dosis D_0 und großem V_D besteht, s. Tab. 7. Die Gefahr einer Unterschätzung der Belastung auch im Falle einer außergewöhnlichen Wetterentwicklung ist damit nicht gegeben.

3.2.2. Gebrauch der Diagramme

Die Abbn. 14 bis 20 beinhalten alle denselben Grundaufbau. Für jede der sechs möglichen Diffusionskategorien sind in Abhängigkeit des tageszeitlichen Beginns der Emission folgende drei Größen aufgetragen: der zu X_T gehörige Kategorienbereich, die Sektorbreite $\Delta\phi$ und das Dosisverhältnis V_D .

Da labile Diffusionskategorien bei Emissionsbeginn in der Nacht nicht auftreten, s. Abb. 1, werden die 90 %-Kurven für die Kategorien A, B und C nur tagsüber gezeichnet.

Jeder Abbildung liegen geänderte Randbedingungen von Emissionsdauer und Verlauf der Quellstärke zugrunde. Am Beispiel eines Modellstörfalls soll der Gebrauch der Abbn. 14 bis 20 erläutert werden: Um 10.00 Uhr tritt der Störfall ein, der wahrscheinlich 3 Stunden andauert, die Quellstärke wird während dieser Zeit konstant angenommen. Zu Emissionsbeginn herrscht die Kategorie A. Dann sind folgende Voraussagen möglich.

- In 90 % aller Fälle wird die Quelldistanz des Dosismaximums durch die Kategorie A bestimmt.
- Die radiale Lage des Dosismaximums wird in 90 % aller Fälle höchstens um $\pm 110^\circ$ von der um 10.00 Uhr herrschenden Ausbreitungsrichtung abweichen.
- Die tatsächliche Dosis D_T , die sich am Ort (W_T, X_T) im Zeitraum t_{0+1h} bis $t_{0+\Delta th}$ akkumuliert, unterscheidet sich in 90 % aller Fälle höchstens um den Faktor 0.59 von der Dosis $D_S - D_0$.

Literatur

- /1/ Thomas, P.; Beständigkeit der atmosphärischen Ausbreitungsbedingungen in Abhängigkeit der Tageszeit, KFK 2214, 1975
- /2/ Hübschmann, W., Nester, K.; Eine Neubewertung der atmosphärischen Diffusion bei Reaktorstörfällen in deterministischer und probalistischer Sicht, ATKE, Bd. 20, 1972
- /3/ Schultz, H., Voelz, E.; Statistische Analyse des Ausbreitungsverhaltens von Abluftfahnen während einer mehrstündigen Emission in Norddeutschland, ATU-TUH-Bericht Nr. 1078
- /4/ Süß, F., Thomas, P.; On-line Datenerfassung in einer Kopplung meteorologischer Turm - PDP-8/I - CALAS-System, KFK 1934, April 1974
- /5/ Nagel, D., Thomas, P.; Aufbereitung der meteorologischen Daten und Beschreibung der Datenträger, KFK 1948, April 1974
- /6/ Slade, D.H. ed.; Meteorology and Atomic Energy, TID-24190, 1968
- /7/ Dilger, H., Hübschmann, W., Thomas, P.; Meteorologisches Informationssystem für Kernkraftwerke, Reaktortagung 1975 des Deutschen Atomforums/KTG, Nürnberg
- /8/ Vogt, K.J.; Umweltkontamination und Strahlenbelastung durch radioaktive Abluft aus kerntechnischen Anlagen, JÜL-637-ST, Juni 1970

- /9/ Vogt, K.J.et.al.; Untersuchungen zur Ausbreitung von Abluftfahnen
in der Atmosphäre,
JÜL-1143-ST, September 1974
- /10/ Nester, K., Experimente zur Bestimmung der lokalen atmosphä-
Thomas, P.; rischen Ausbreitung von Schadstoffen,
KFK-Nachrichten 2/1974
- /11/ Nester, K., 1. Halbjahresbericht 1975
unter Projekt- Projekt Nukleare Sicherheit
nummer 4312; KFK 2195

Tab. 1 Häufigkeit (in %) der das Dosismaximum bestimmenden Kategorie, abhängig von der zu Emissionsbeginn herrschenden Kategorie.

$\Delta t = 6 \text{ h}$

$t_0 = 1.00 \text{ Uhr}$

Quellstärke const.

Kategorie zu Emissionsbeginn $\hat{=} X_0$	Kategorie, welche das Dosismaximum bestimmt $\hat{=} X_T$					
	A	B	C	D	E	F
D	-	-	0,4	89,2	8,1	2,3
E	-	-	-	34,4	56,1	9,5
F	-	-	-	15,9	36,5	47,6

Tab. 2 Häufigkeit (in %) der das Dosismaximum bestimmenden Kategorie, abhängig von der zu Emissionsbeginn herrschenden Kategorie.

$\Delta t = 6 \text{ h}$

$t_0 = 9.00 \text{ Uhr}$

Quellstärke const.

Kategorie zu Emissionsbeginn $\hat{=} X_0$	Kategorie, welche das Dosismaximum bestimmt $\hat{=} X_T$					
	A	B	C	D	E	F
A	84,2	15,8	-	-	-	-
B	21,3	63,8	13,8	1,0	-	-
C	3,5	22,2	66,7	7,6	-	-
D	4,1	11,7	31,4	52,3	0,5	-
E	5,3	4,6	22,5	56,3	8,6	2,7
F	13,3	10,2	23,5	36,7	8,2	8,1

Tab. 3 Häufigkeit (in %) der das Dosismaximum bestimmenden Kategorie, abhängig von der zu Emissionsbeginn herrschenden Kategorie.

$\Delta t = 3 \text{ h}$

$t_0 = 1.00 \text{ Uhr}$

Quellstärke const.

Kategorie zu Emissionsbeginn = X_0	Kategorie, welche das Dosismaximum bestimmt $\hat{=} X_T$					
	A	B	C	D	E	F
D	-	-	0,4	92,7	6,9	-
E	-	-	-	27,0	67,2	5,8
F	-	-	-	6,9	34,6	58,5

Tab. 4 Häufigkeit (in %) der das Dosismaximum bestimmenden Kategorie, abhängig von der zu Emissionsbeginn herrschenden Kategorie.

$\Delta t = 12 \text{ h}$

$t_0 = 1.00 \text{ Uhr}$

Quellstärke const.

Kategorie zu Emissionsbeginn = X_0	Kategorie, welche das Dosismaximum bestimmt $\hat{=} X_T$					
	A	B	C	D	E	F
D	1,8	2,6	6,3	79,5	8,5	1,3
E	3,9	7,5	14,2	48,8	22,8	2,8
F	6,2	12,6	21,3	33,1	15,4	11,4

Tab. 5 Häufigkeit (in %) der das Dosismaximum bestimmenden Kategorie, abhängig von der zu Emissionsbeginn herrschenden Kategorie.

$\Delta t = 24 \text{ h}$

$t_0 = 1.00 \text{ Uhr}$

Quellstärke const.

Kategorie zu Emissionsbeginn $\hat{=} X_0$	Kategorie, welche das Dosismaximum bestimmt $\hat{=} X_T$					
	A	B	C	D	E	F
D	1,6	5,8	8,9	77,0	6,7	-
E	3,3	9,6	22,9	52,1	10,8	1,3
F	4,6	12,5	28,2	44,0	8,8	1,9

Tab. 6 Häufigkeit (in %) der das Dosismaximum bestimmenden Kategorie, abhängig von der zu Emissionsbeginn herrschenden Kategorie.

$\Delta t = 6 \text{ h}$

$t_0 = 1.00 \text{ Uhr}$

Quellstärke exponentiell abfallend

Kategorie zu Emissionsbeginn $\hat{=} X_0$	Kategorie, welche das Dosismaximum bestimmt $\hat{=} X_T$					
	A	B	C	D	E	F
D	-	-	-	100,0	-	-
E	-	-	-	17,8	81,7	0,5
F	-	-	-	3,8	20,0	76,2

Tab. 7 Korrelation zwischen der anfänglichen Dosis D_0 und dem Dosisverhältnis V_D .
 $\Delta t = 6$ h, Quellstärke = 1 Ci/s (Emissionsbeginn um 1.00 Uhr, 9.00 Uhr und 17.00 Uhr zusammengefaßt)

PROZENTTABELLE IN 1/100 PROZENT

Dosisverh. V_D	Dosis D_0 in 10^5 Ci h/m ³																Summe	
	0.0 0.3	0.3 0.4	0.4 0.5	0.5 0.6	0.6 0.7	0.7 0.8	0.8 0.9	0.9 1.0	1.0 1.2	1.2 1.4	1.4 1.6	1.6 1.8	1.8 2.0	2.0 4.0	4.0 6.0	6.0 8.0		>8.0
0.0	3	0	26	44	85	78	78	119	141	93	167	104	67	357	29	18	0	1414
0.1	14	29	59	115	119	134	152	134	171	119	115	104	37	156	7	3	0	1474
0.2	59	160	309	349	338	331	253	219	268	182	134	85	74	134	3	0	0	2903
0.4	178	223	331	320	268	208	163	126	137	74	40	18	14	44	3	0	0	2155
0.6	78	178	156	126	178	122	40	33	52	18	18	3	0	7	0	0	0	1016
0.8	67	100	111	52	78	37	40	18	7	14	3	0	3	3	0	0	0	539
1.0	44	67	44	18	0	26	14	7	3	0	0	3	3	0	0	0	0	234
1.2	22	29	7	14	7	7	11	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	111
1.4	29	11	7	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
1.6	11	11	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
1.8	3	0	7	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
2.0	7	3	0	0	3	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
5.0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
10.0																		
SUMME	528	815	1064	1057	1087	956	759	670	785	502	480	320	201	702	44	22	0	10000

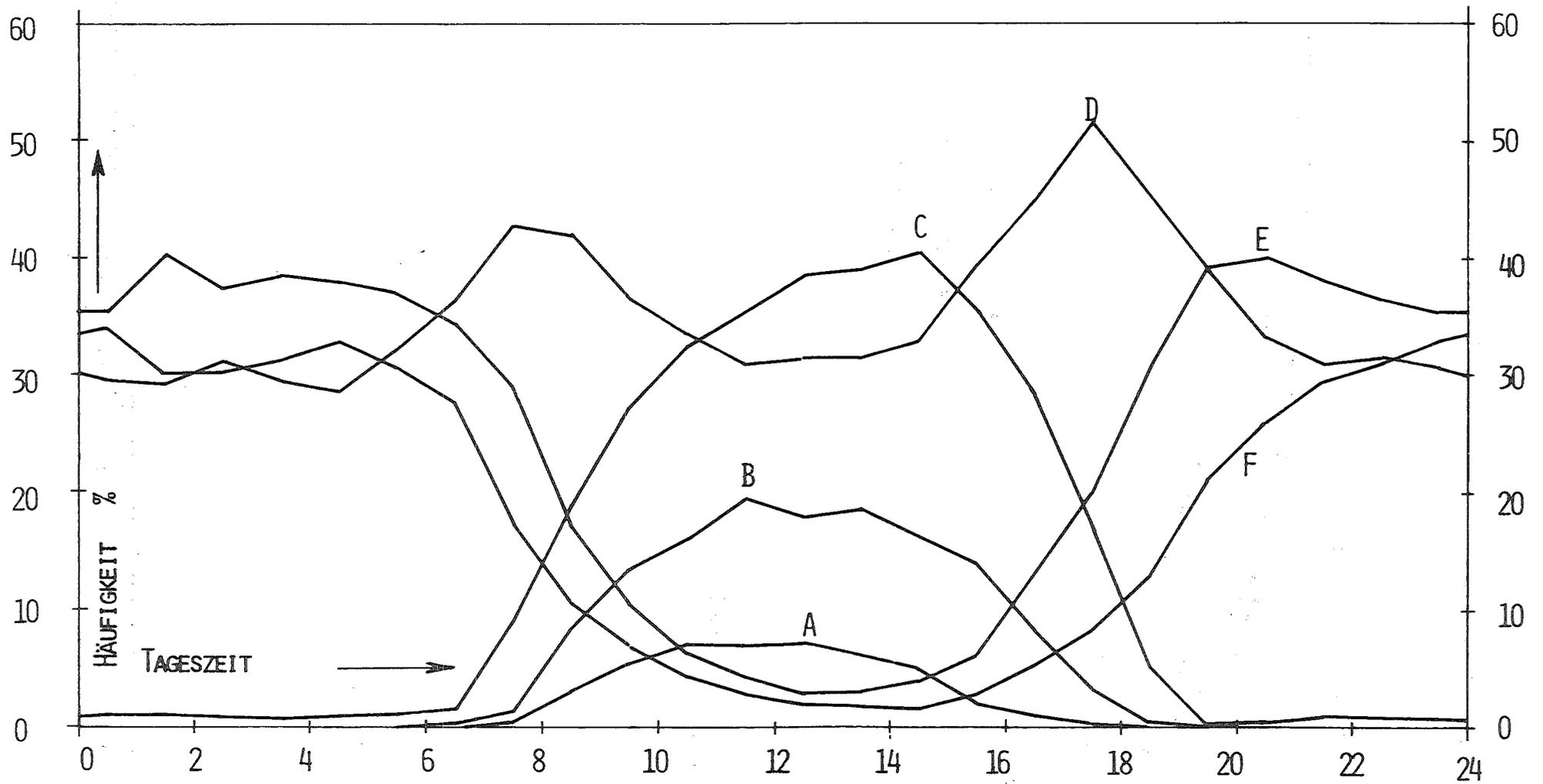


ABB. 1: HÄUFIGKEIT DER AUSBREITUNGSKATEGORIEN IN ABHÄNGIGKEIT DER TAGESZEIT

ABB. 2: SUMMENHÄUFIGKEIT DER SEKTORBREITE $\Delta\phi$

$\Delta T = 6 \text{ h,}$
 $T_0 = 1,00 \text{ UHR}$
QUELLSTÄRKE = CONST.

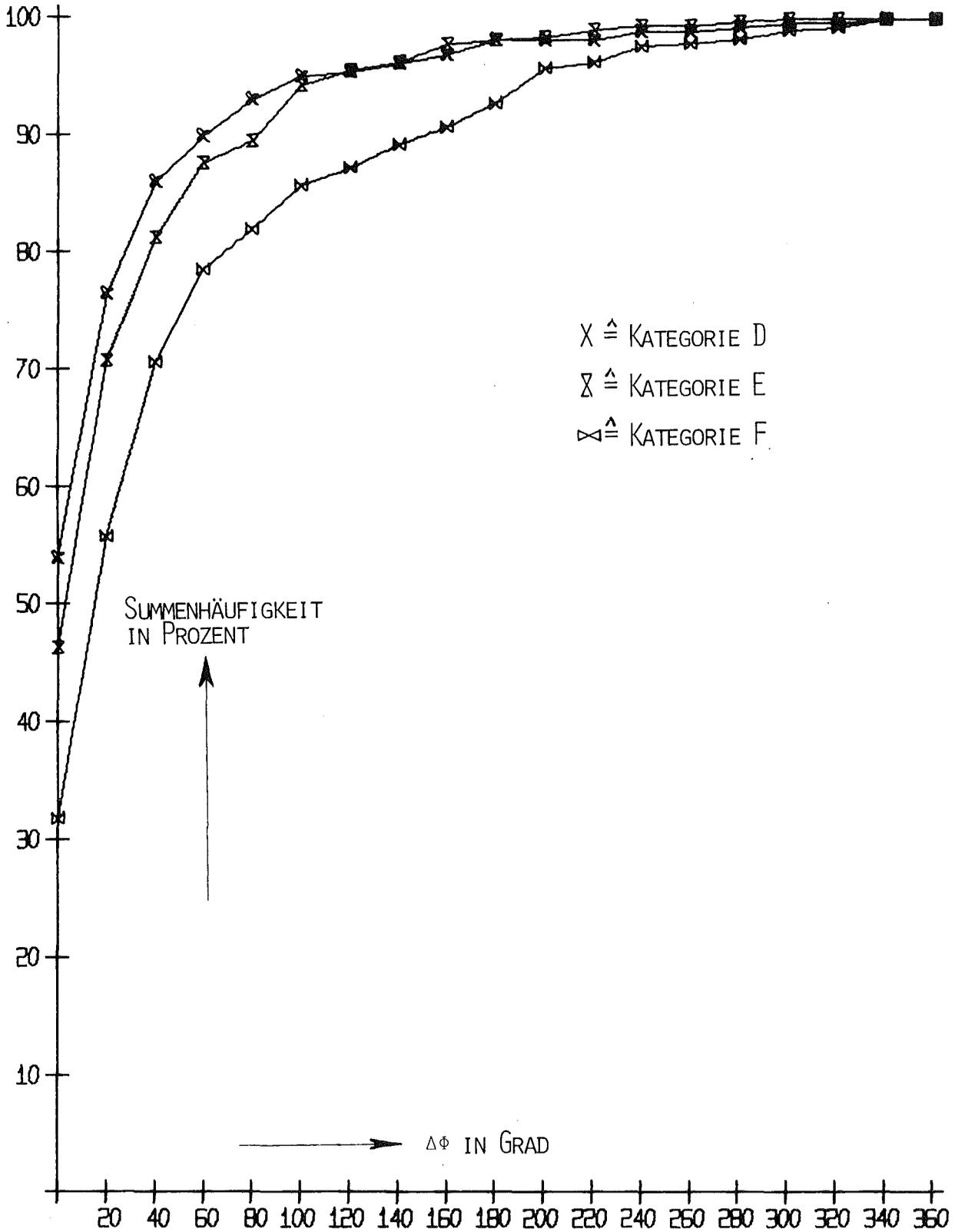


ABB. 3: SUMMENHÄUFIGKEIT DER SEKTORBREITE $\Delta\phi$

$\Delta T = 6 \text{ H}$

$T_0 = 9,00 \text{ UHR}$

QUELLSTÄRKE = CONST.

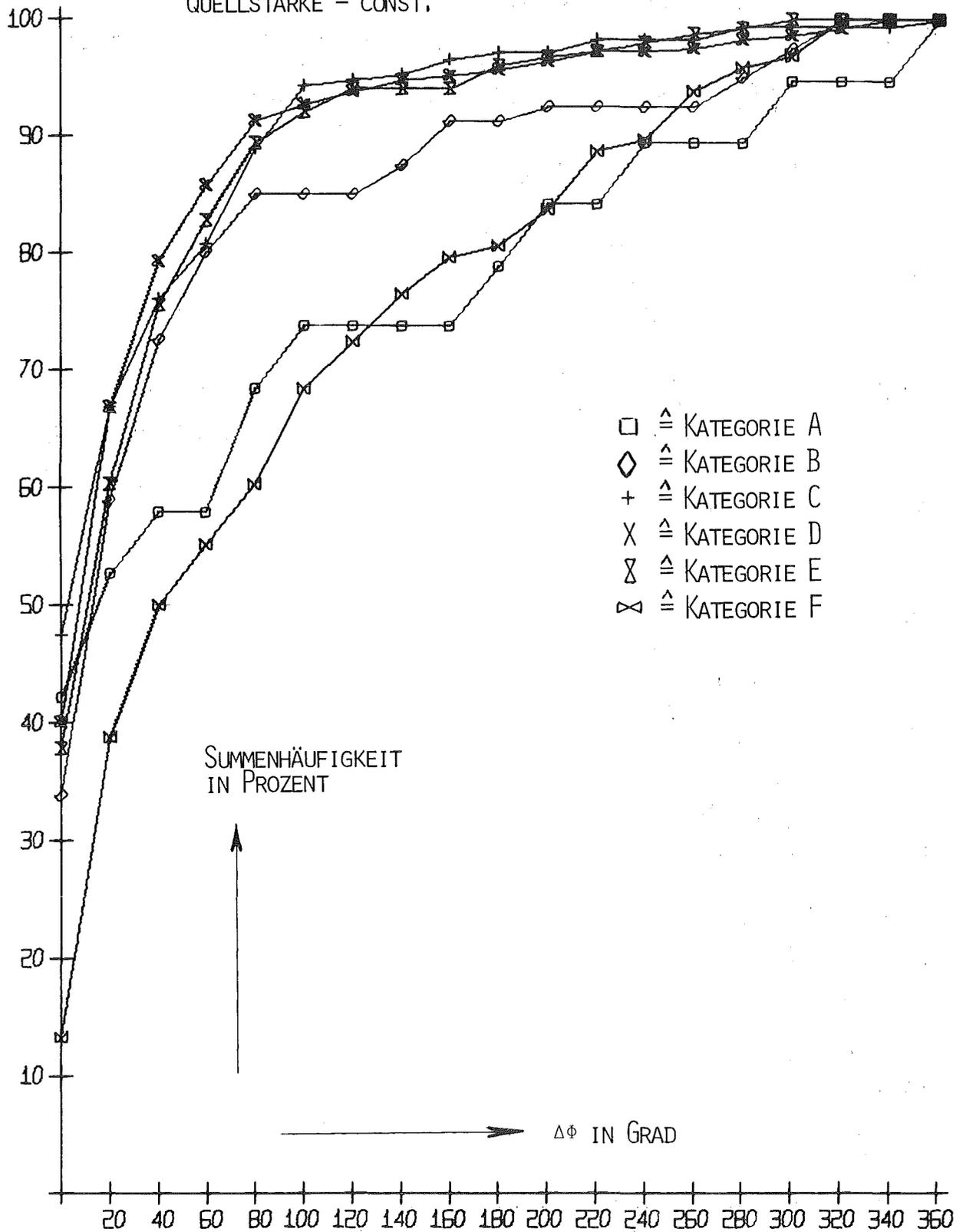


ABB. 4: SUMMENHÄUFIGKEIT DES DOSISVERHÄLTNISSES V_D

$\Delta T = 6 \text{ H}$

$T_0 = 1.00 \text{ UHR}$

QUELLSTÄRKE = CONST.

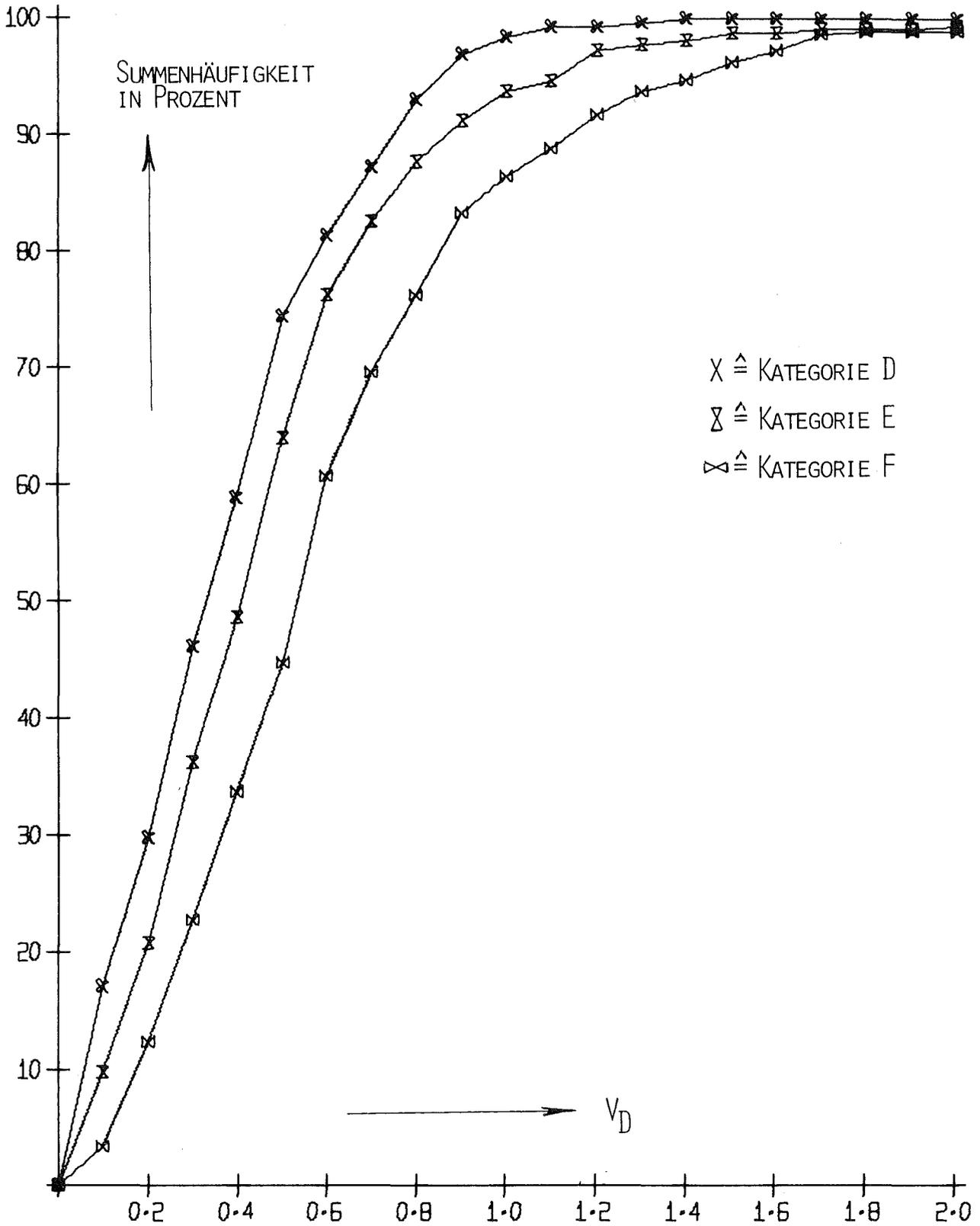
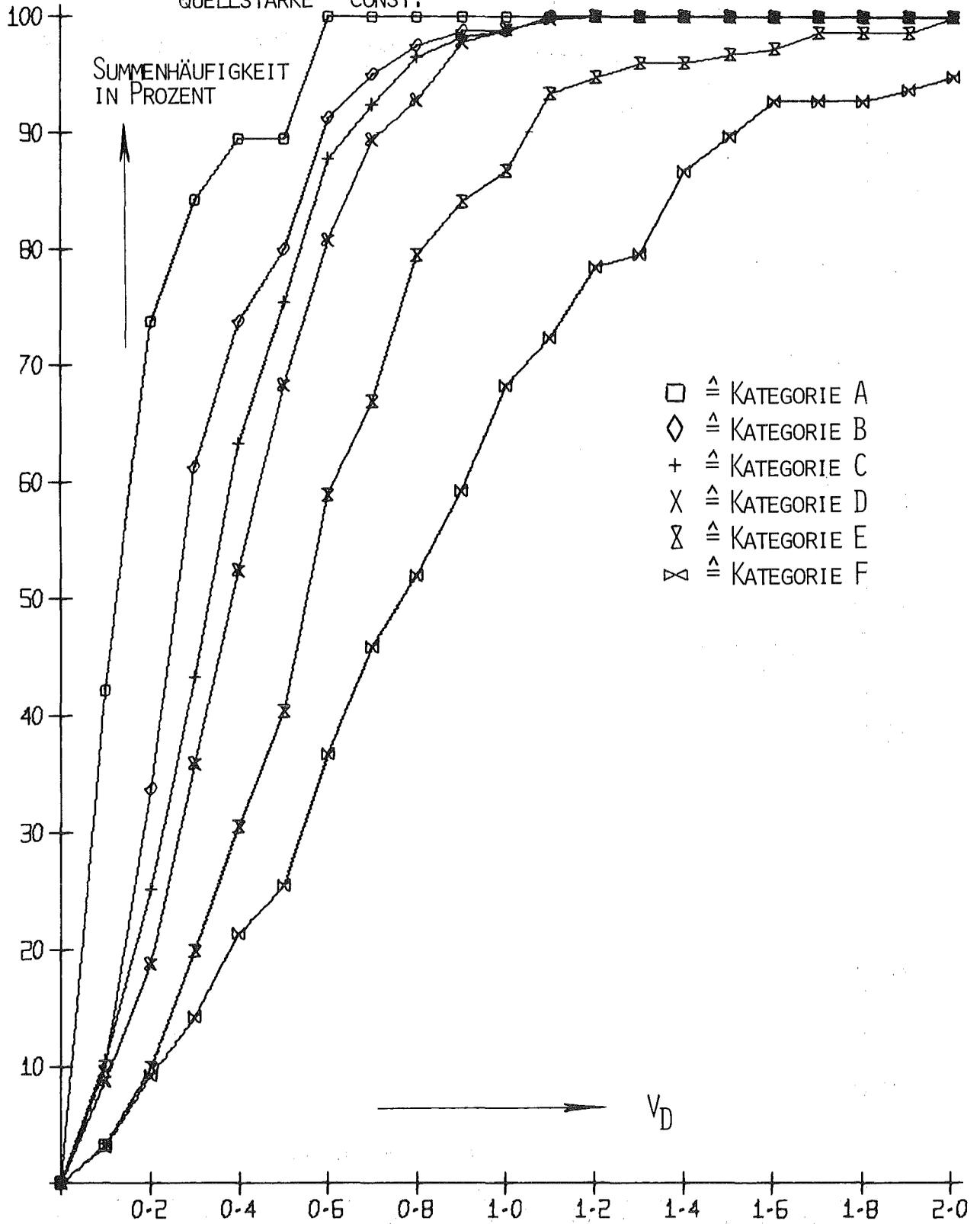


ABB. 5: SUMMENHÄUFIGKEIT DES DOSISVERHÄLTNISSES V_D

$\Delta T = 6 \text{ H}$

$T_0 = 9.00 \text{ UHR}$

QUELLSTÄRKE = CONST.



- $\hat{=}$ KATEGORIE A
- ◇ $\hat{=}$ KATEGORIE B
- + $\hat{=}$ KATEGORIE C
- × $\hat{=}$ KATEGORIE D
- △ $\hat{=}$ KATEGORIE E
- ⋈ $\hat{=}$ KATEGORIE F

ABB. 6: SUMMENHÄUFIGKEIT DER SEKTORBREITE $\Delta\phi$

$\Delta T = 3 \text{ H}$

$T_0 = 1.00 \text{ UHR}$

QUELLSTÄRKE = CONST.

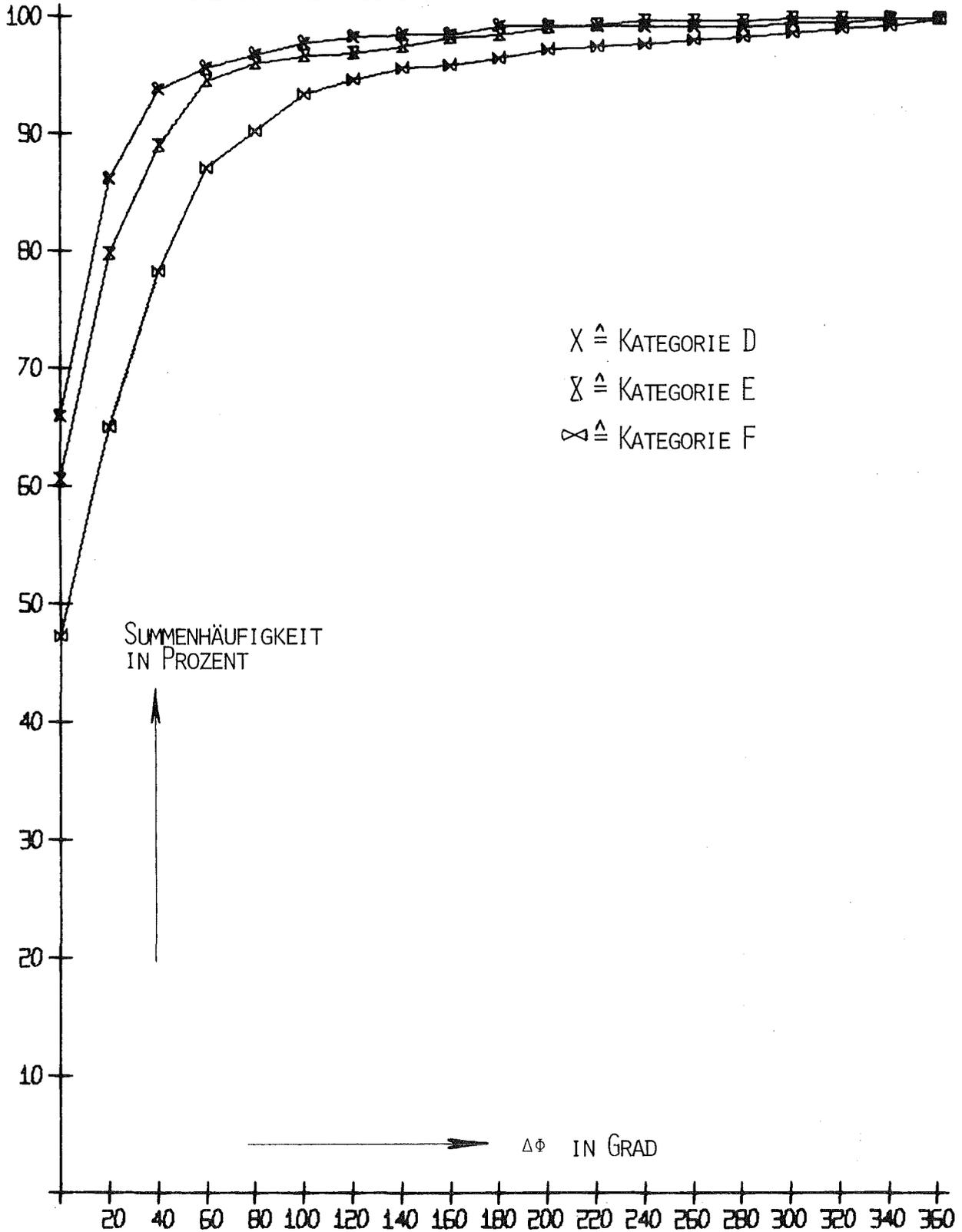


ABB. 7: SUMMENHÄUFIGKEIT DER SEKTORBREITE $\Delta\phi$

$\Delta T = 12 \text{ H}$

$T_0 = 1.00 \text{ UHR}$

QUELLSTÄRKE = CONST.

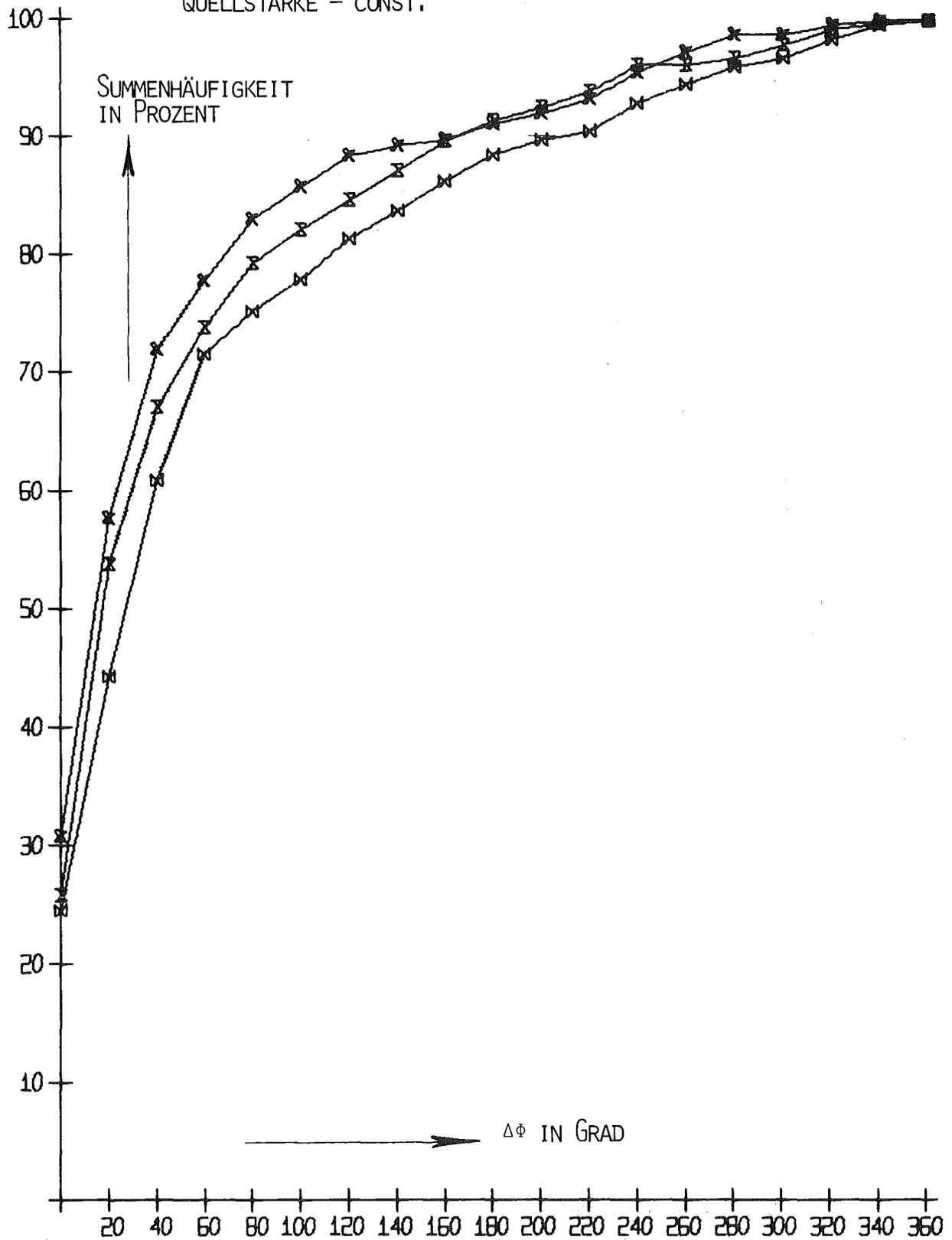


ABB. 8: SUMMENHÄUFIGKEIT DER SEKTORBREITE $\Delta\phi$

$\Delta T = 24 \text{ h}$

$T_0 = 1.00 \text{ UHR}$

QUELLSTÄRKE = CONST.

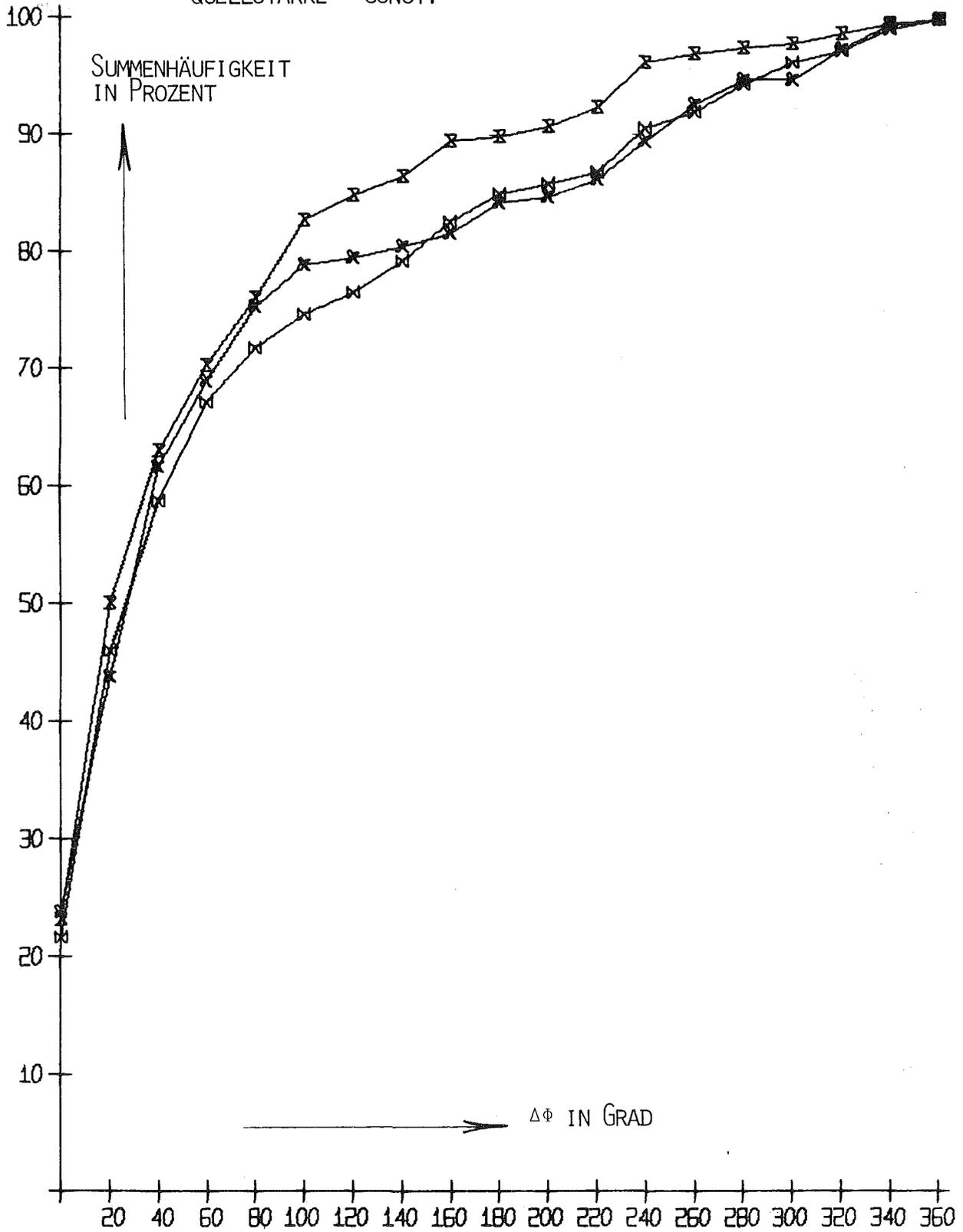


ABB. 9: SUMMENHÄUFIGKEIT DES DOSISVERHÄLTNISSES V_D

$\Delta T = 3 \text{ H}$

$T_0 = 1,00 \text{ UHR}$

QUELLSTÄRKE = CONST.

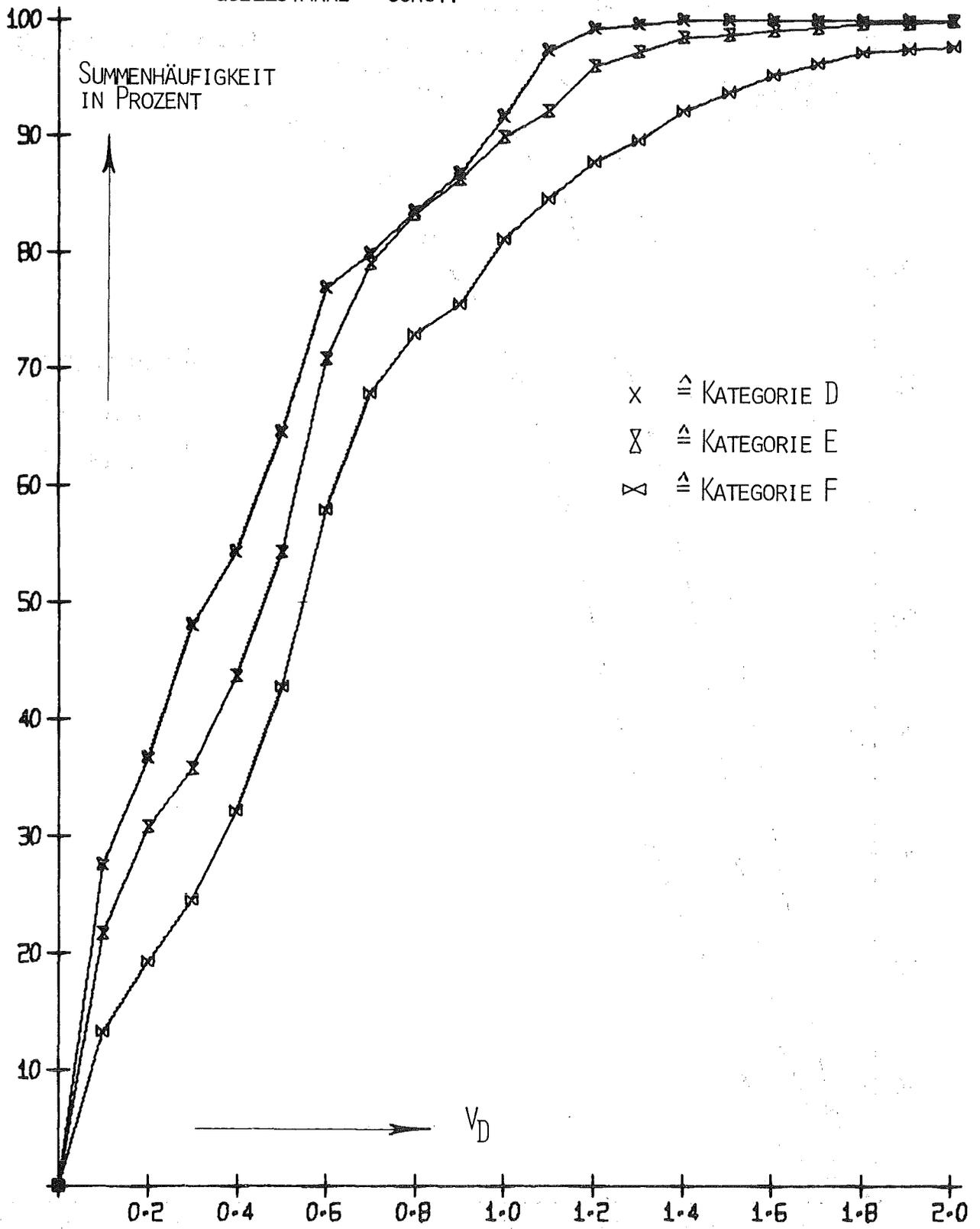


ABB. 10: SUMMENHÄUFIGKEIT DES DOSISVERHÄLTNISSES V_D

$\Delta T = 12 \text{ H}$

$T_0 = 1,00 \text{ UHR}$

QUELLSTÄRKE = CONST.

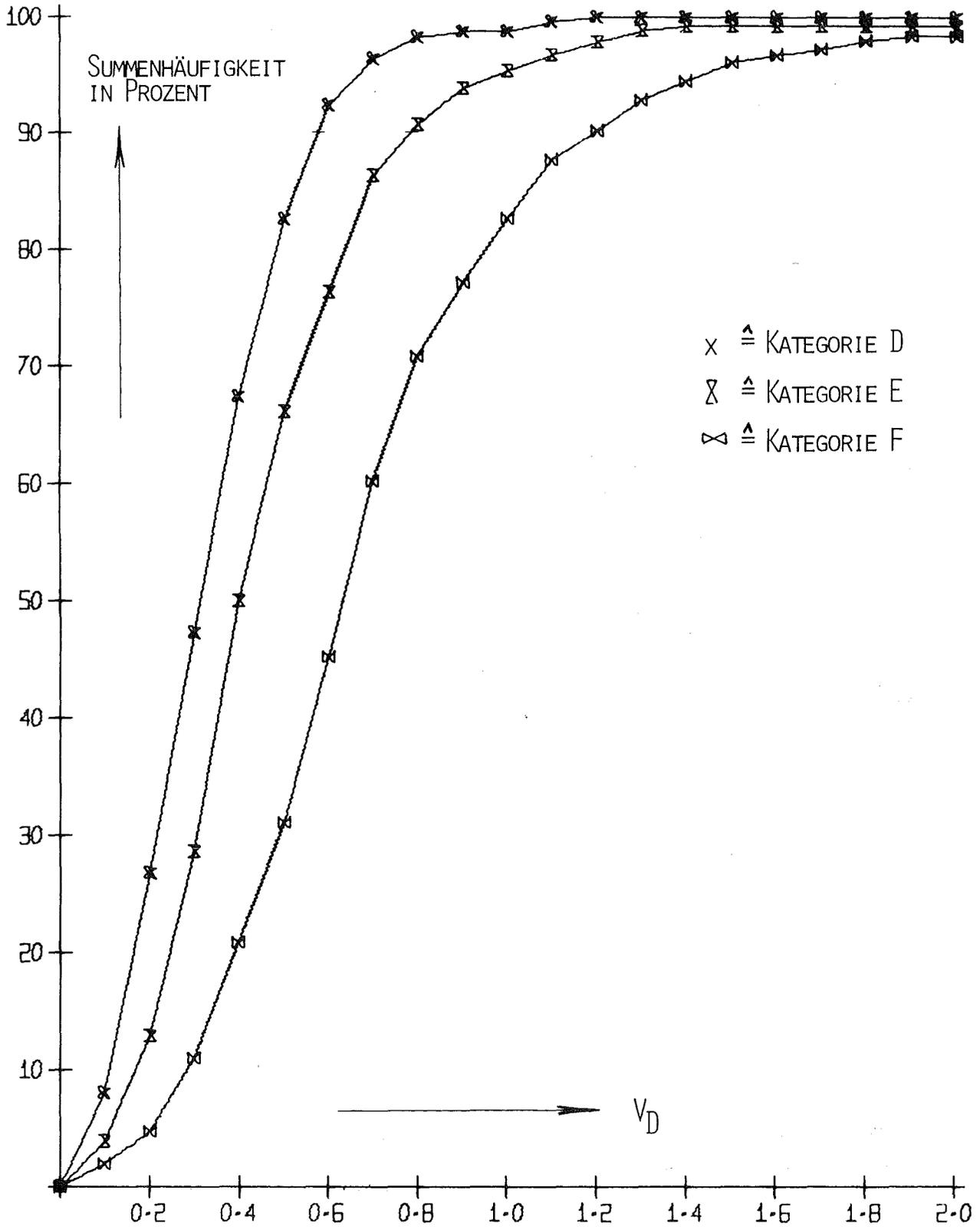


ABB. 11: SUMMENHÄUFIGKEIT DES DOSISVERHÄLTNISSES V_D

$\Delta T = 24 \text{ h}$

$T_0 = 1.00 \text{ UHR}$

QUELLSTÄRKE = CONST.

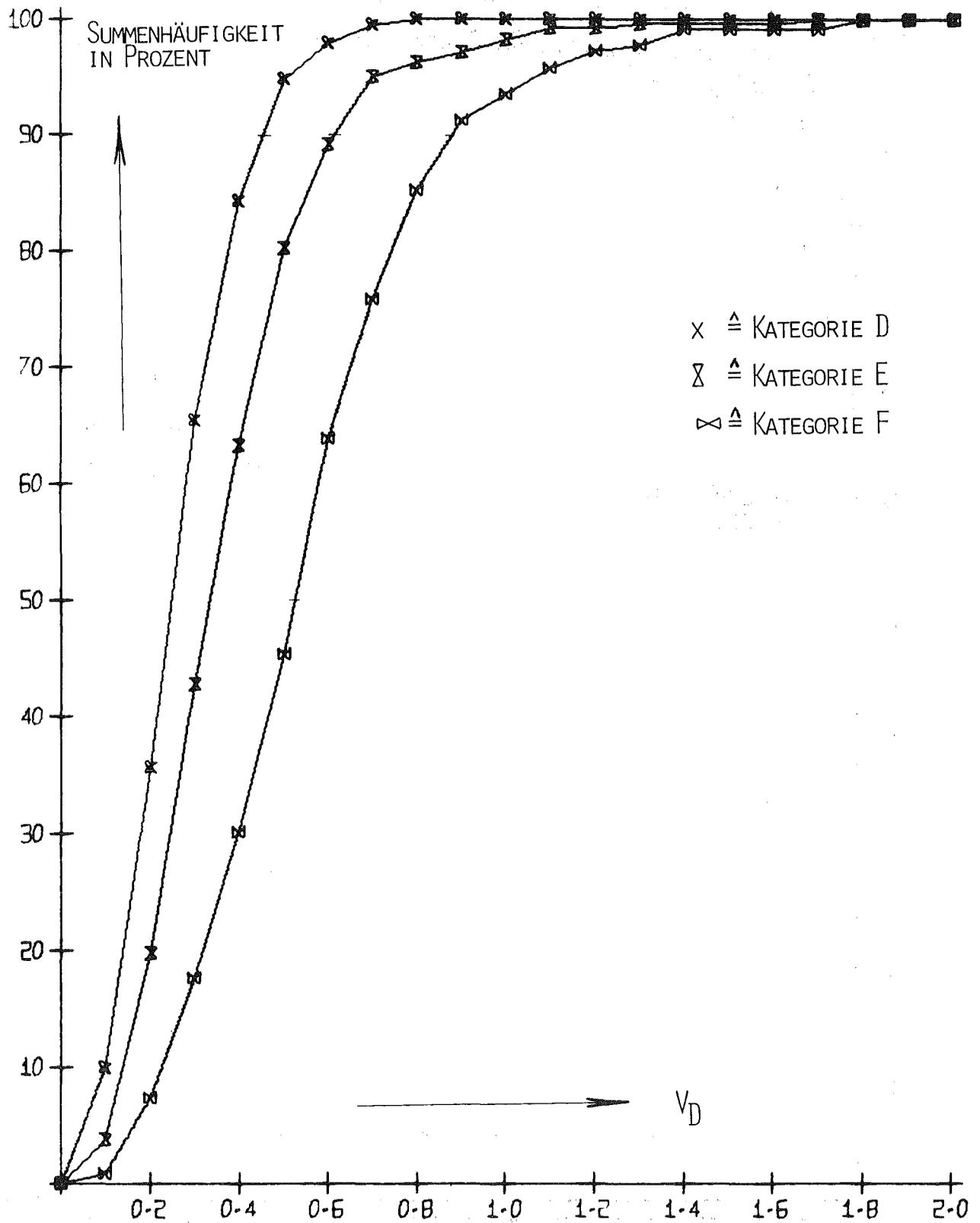


ABB. 12: SUMMENHÄUFIGKEIT DER SEKTORBREITE $\Delta\phi$

$\Delta T = 6 \text{ H}$

$T_0 = 1.00 \text{ UHR}$

QUELLSTÄRKE = EPONENTIELL ABFALLEND

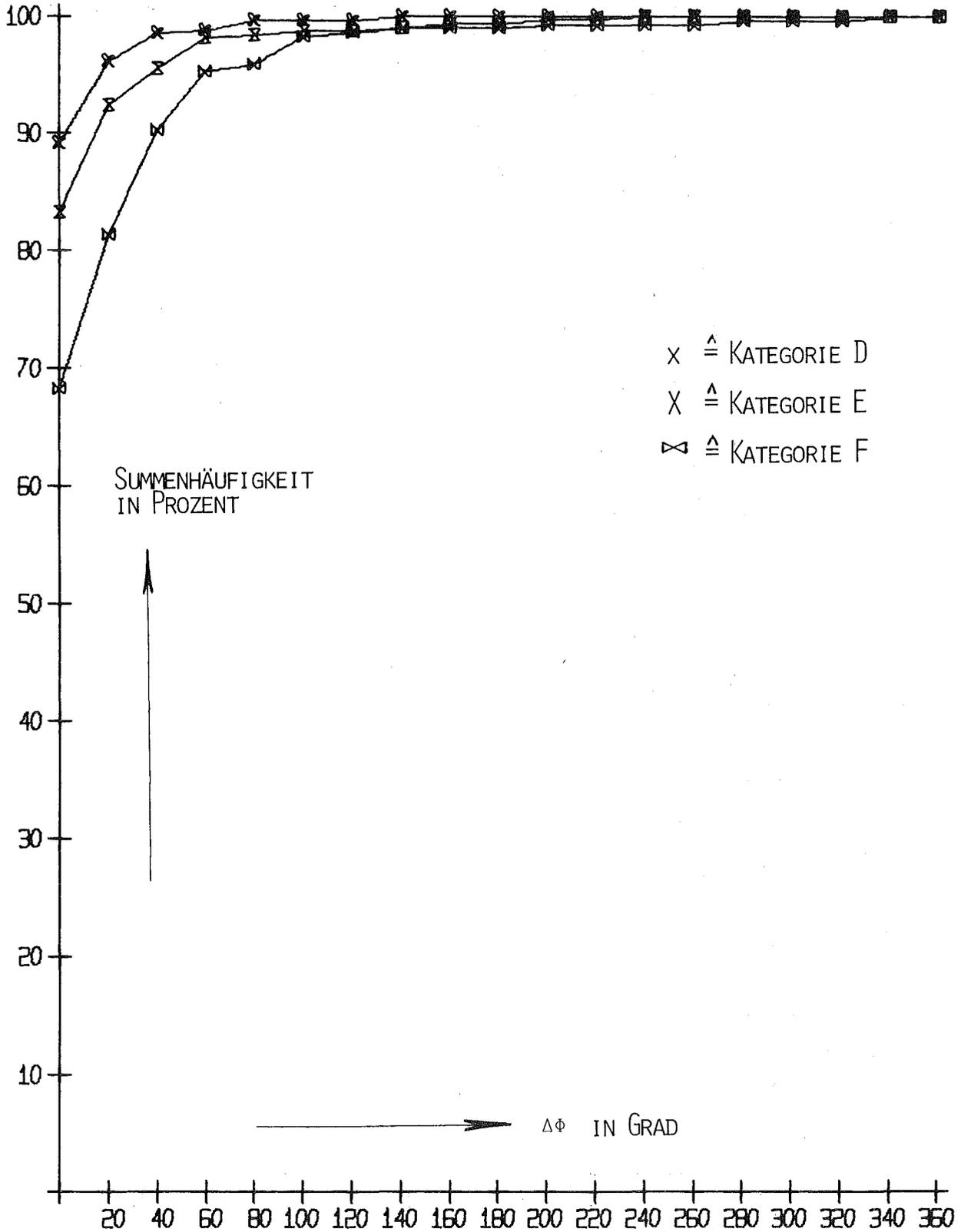
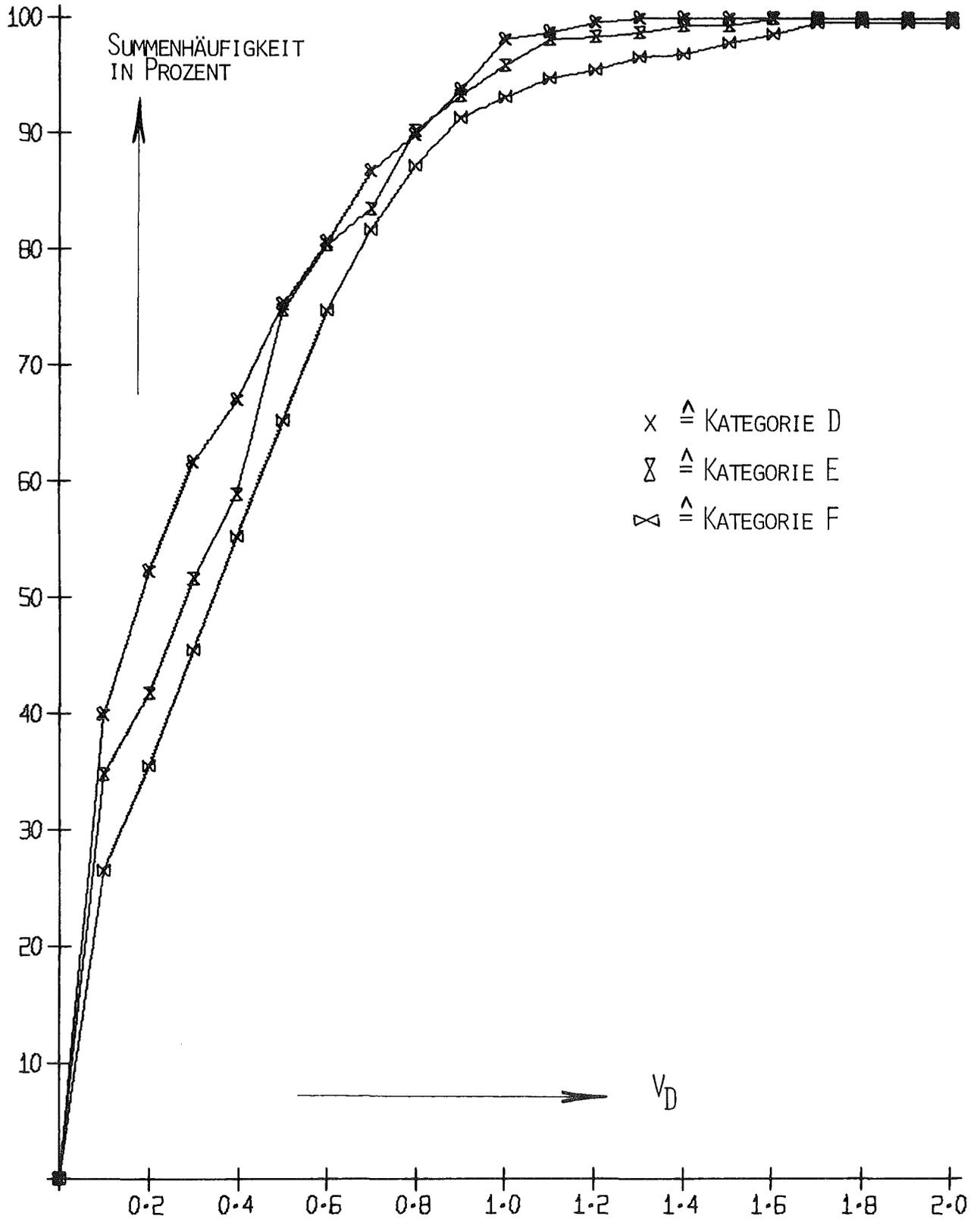


ABB. 13: SUMMENHÄUFIGKEIT DES DOSISVERHÄLTNISSES V_D

$$\Delta T = 6 \text{ h}$$

$$T_0 = 1,00 \text{ UHR}$$

QUELLSTÄRKE = EXPONENTIELL ABNEHMEND



Die Abbn. 14 - 20 zeigen alle denselben Grundaufbau. Für jede der sechs möglichen Diffusionskategorien als "Startkategorie" zu Emissionsbeginn wurden in drei übereinander angeordneten Schaubildern Angaben gemacht über den Entfernungsbereich des Dosismaximums, die Sektorbreite $\Delta\phi$ und das Dosisverhältnis V_D .

Abb 14 $\Delta t = 3h$
 Quellstärke konstant

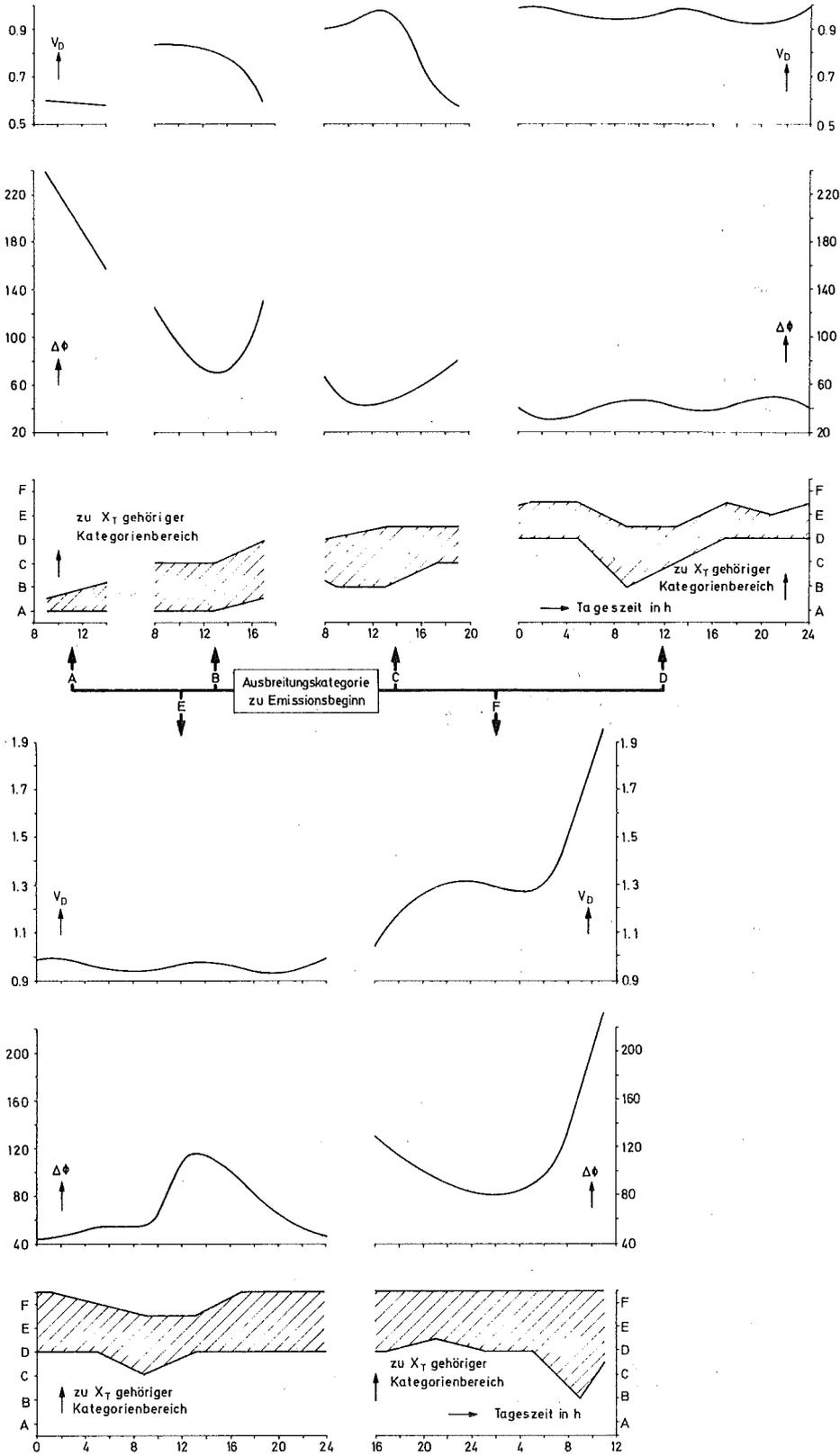


Abb.15 $\Delta t = 6h$
 Quellstärke konstant

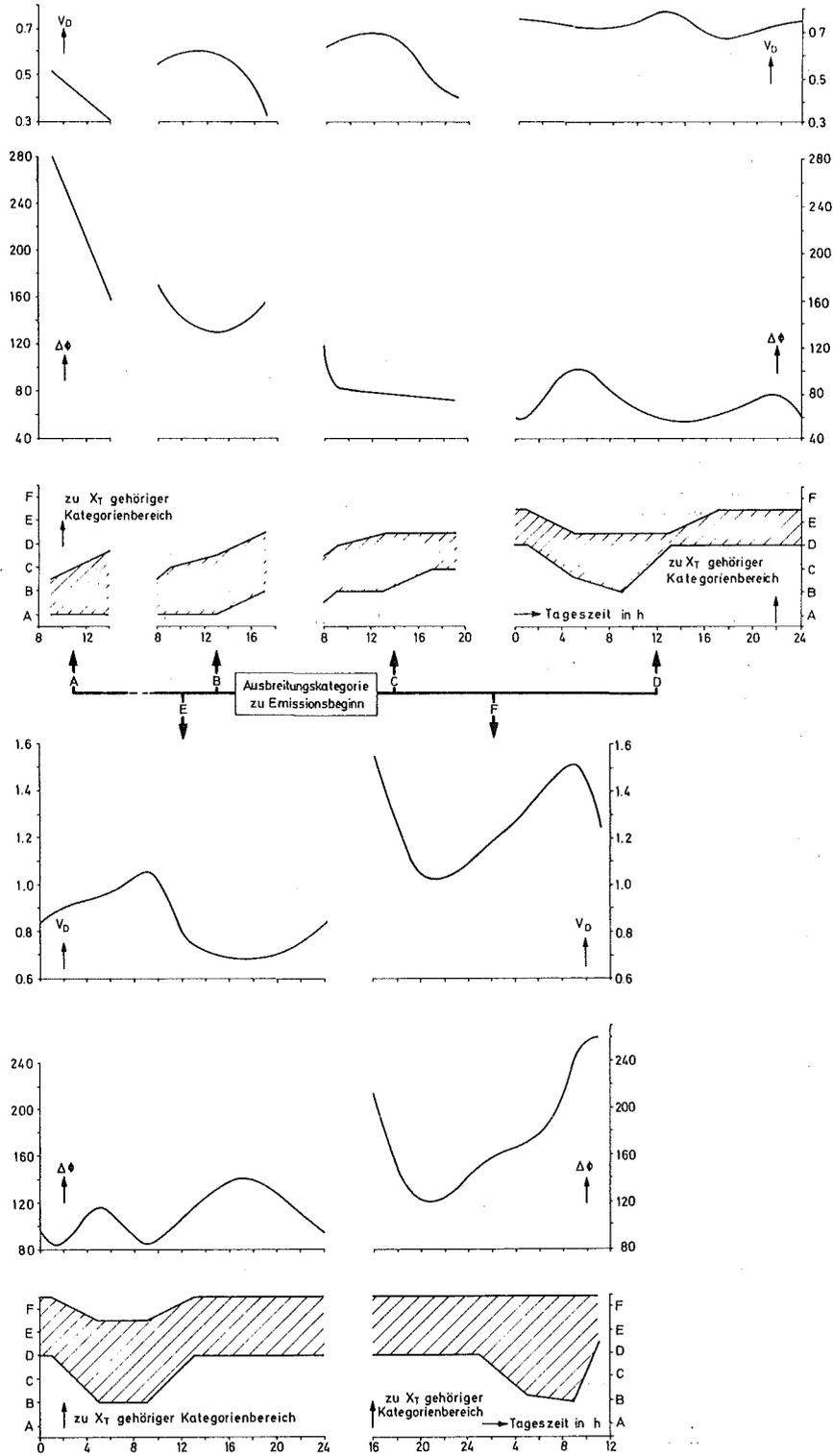


Abb.16 $\Delta t = 6h$
 Quellstärke exponentiell abnehmend

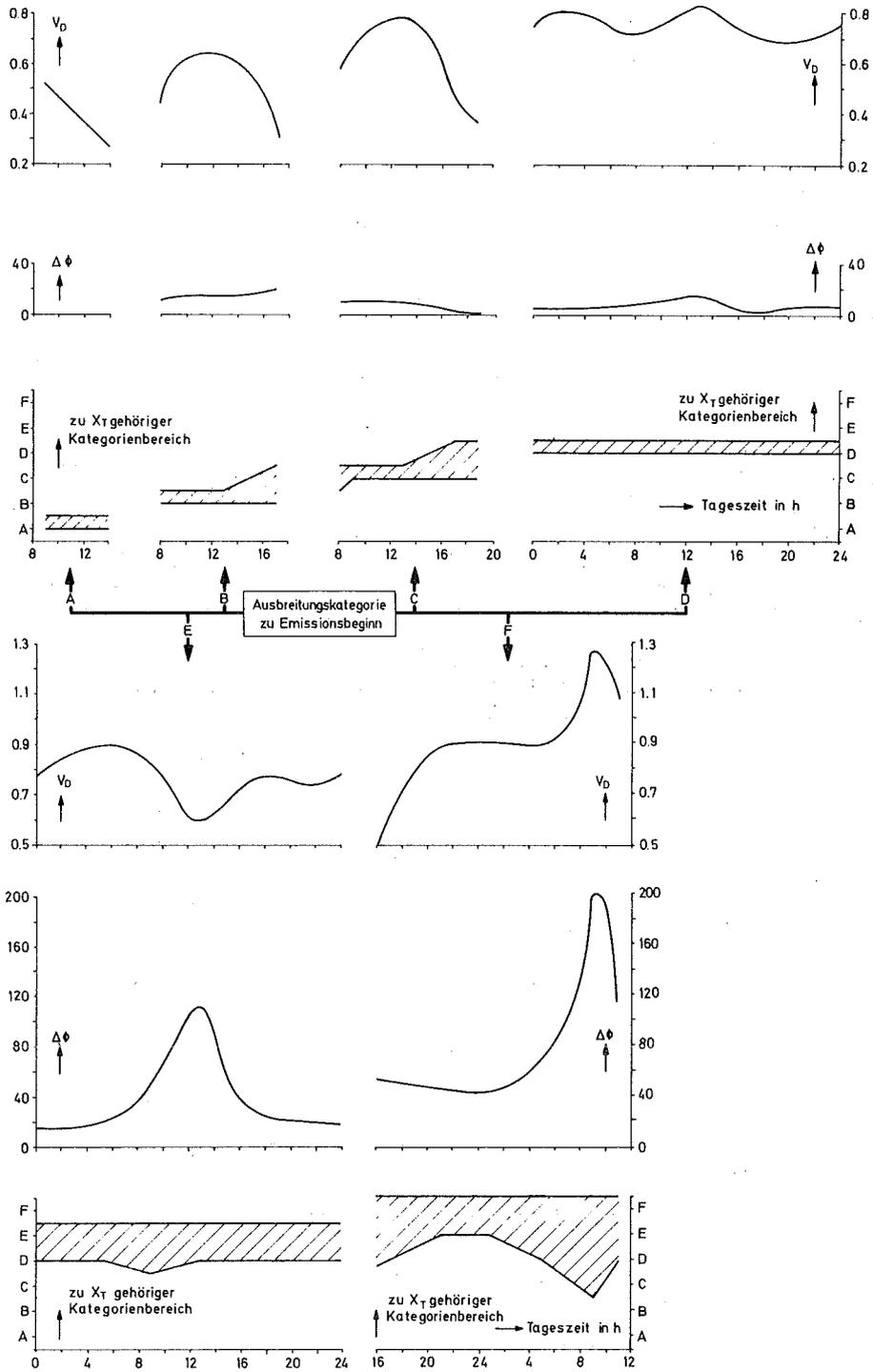


Abb. 17 $\Delta t = 12h$
 Quellstärke konstant

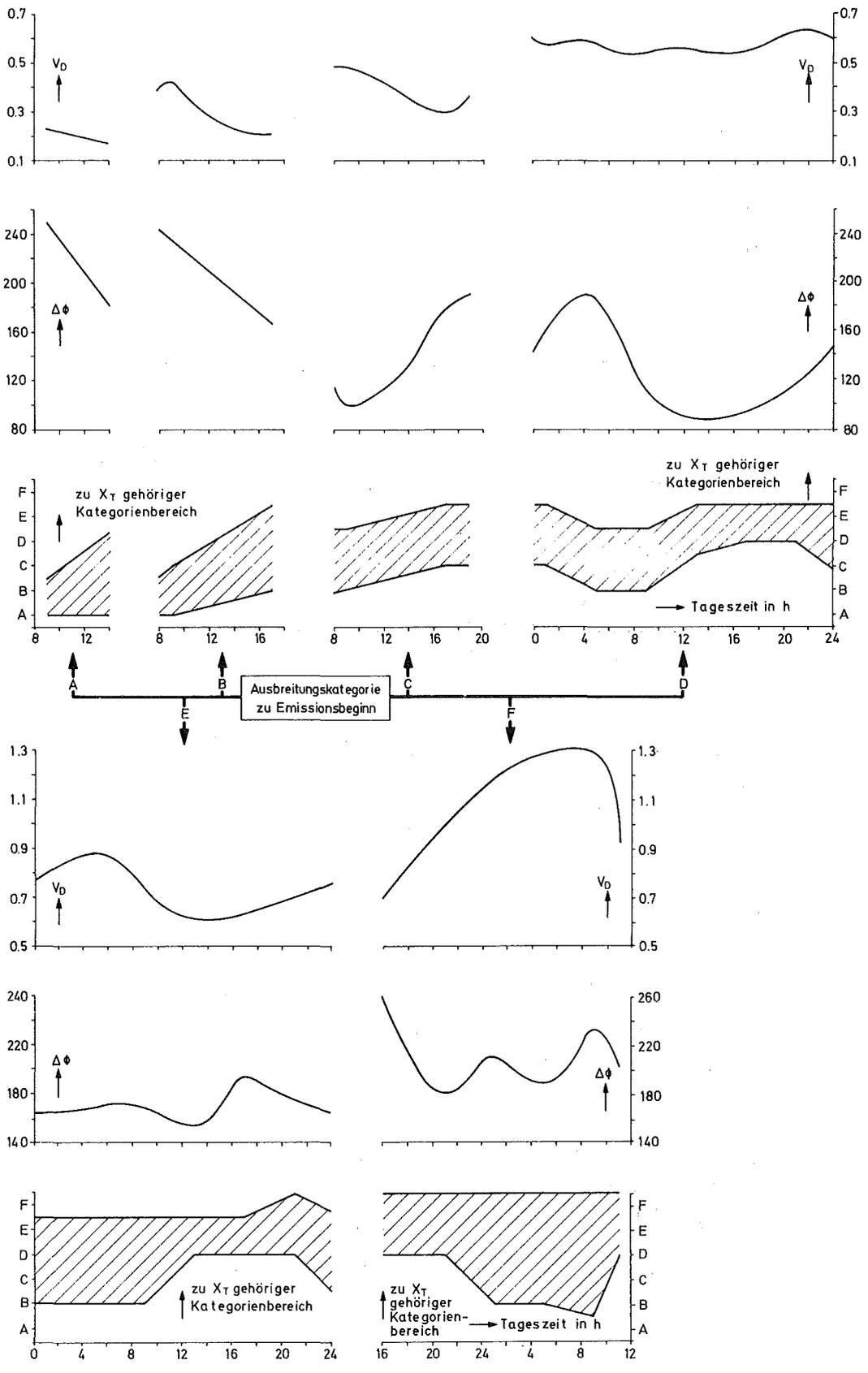


Abb.18 $\Delta t = 12h$
 Quellstärke exponentiell abnehmend

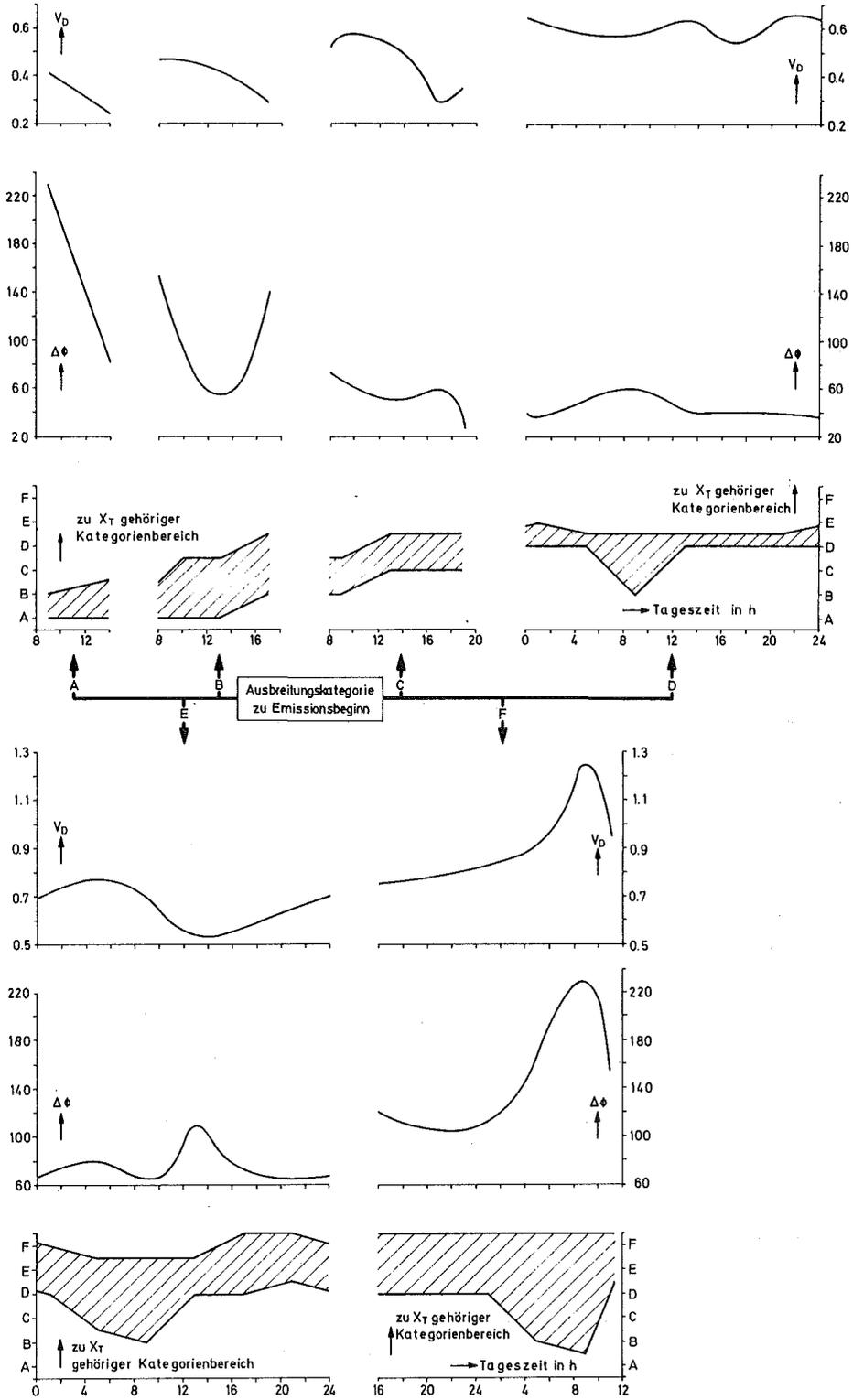


Abb. 19 $\Delta t = 24\text{h}$
 Quellstärke konstant

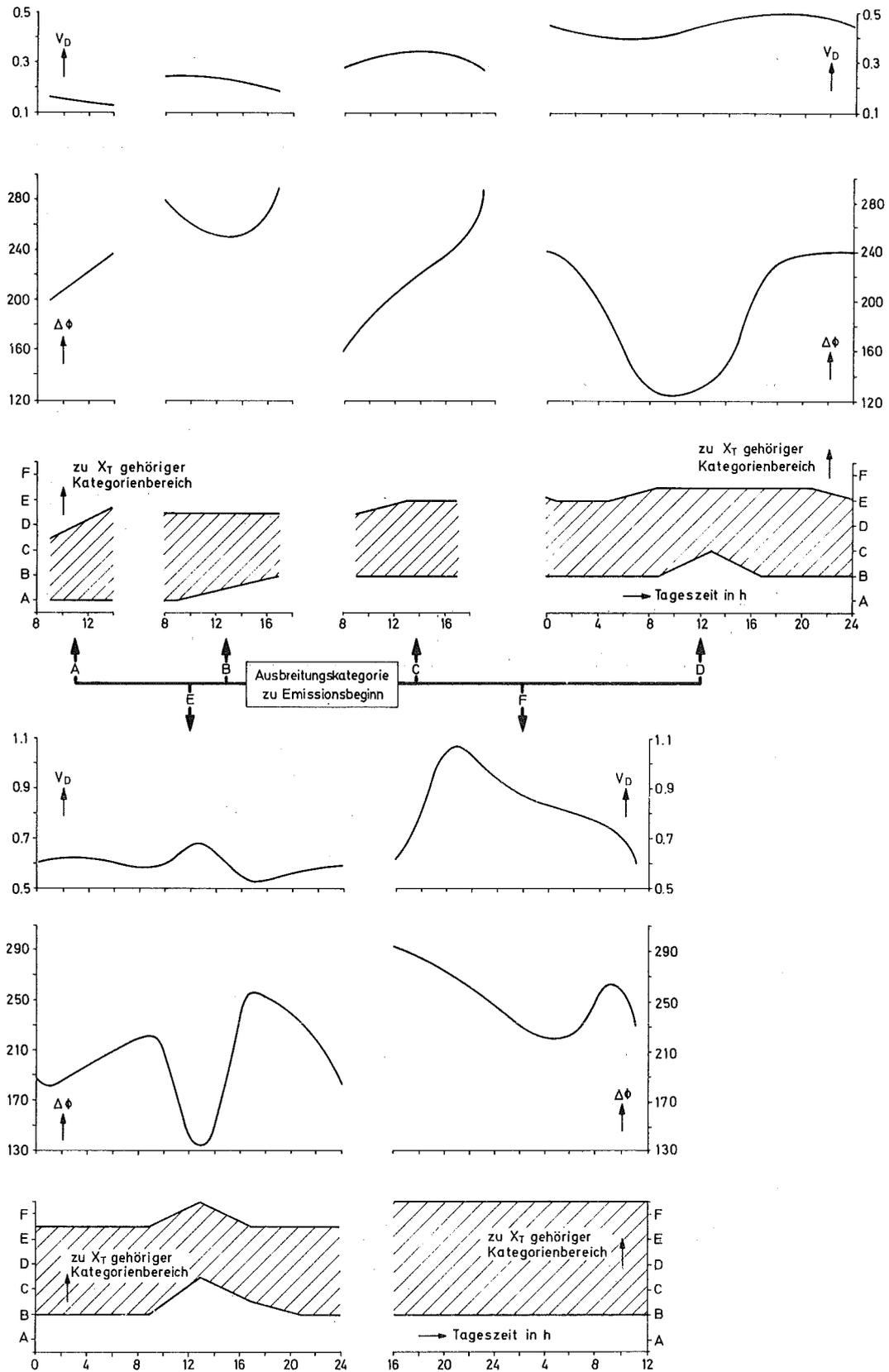


Abb.20 $\Delta t = 24$ h
 Quellstärke exponentiell abnehmend

