

KfK 3574
August 1983

Kollektiv-Äquivalentdosen in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe

D. Papadopoulos, M. Bär, S. Honcú
Hauptabteilung Sicherheit

Kernforschungszentrum Karlsruhe



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Hauptabteilung Sicherheit

KfK 3574

Kollektiv-Äquivalentdosen in der Umgebung des
Kernforschungszentrums Karlsruhe

von

D. Papadopoulos, M. Bär, S. Honcu^o

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript vervielfältigt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
ISSN 0303-4003

Kurzfassung

Die Kollektiv-Äquivalentdosis in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe wurde bis zu einer Entfernung von 25 km für die Jahre 1975 bis 1981 bestimmt.

Im Berichtszeitraum 1975 bis 1981 war der wesentliche Beitrag zur Strahlenexposition der Bevölkerung durch das vom Forschungsreaktor-2 (FR-2), der im Dezember 1981 stillgelegt wurde, emittierte Ar-41 bedingt. Daher wurde die Kollektiv-Äquivalentdosis aufgrund des Belastungspfadens " γ -Strahlung aus der radioaktiven Abluftfahne" für das kritische Organ Ganzkörper errechnet.

Abstract

Collective dose equivalents in the environment of the Kernforschungszentrum Karlsruhe

The collective dose equivalent in the environment of the Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK) was determined for the years 1975 - 1981 up to a distance of 25 kilometers.

In the years 1975 - 1981 the dominating contribution to the radiation exposure of the population was caused by Ar-41 emitted from the Forschungsreaktor-2 (FR-2), decommissioned in December 1981. We therefore evaluated the collective dose equivalent due to the exposure pathway " γ -irradiation from the radioactive cloud" of the critical organ whole body.

Entsprechend den Empfehlungen der ICRP-26./1/ ist für Kosten-Nutzen-Analysen kerntechnischer Anlagen u. a. die durch radioaktive Abluft verursachte Ganzkörper Kollektiv-Äquivalentdosis zu ermitteln.

Im vorliegenden Bericht wird über die Kollektiv-Äquivalentdosis in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe in den Jahren 1975 bis 1981 berichtet.

In dem Berichtszeitraum 1975 bis 1981 war der wesentliche Beitrag zur Strahlenexposition der Bevölkerung durch das vom Forschungsreaktor-2 (FR-2), der im Dezember 1981 stillgelegt wurde, emittierte Ar-41 bedingt. Aus diesem Grund wurde die Kollektiv-Äquivalentdosis durch den Belastungspfad "γ-Strahlung aus der radioaktiven Abluftfahne" für das kritische Organ Ganzkörper bis zu einer Entfernung von 25 km bestimmt.

Für die Berechnungen war es erforderlich, die Verteilung der Bevölkerung bis zu einer Entfernung von 25 km zu erfassen. Als Unterlage dienten die von den statistischen Ämtern und Vermessungsämtern der Länder Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz angegebenen Daten. Die durch die Stadt Karlsruhe und die Bürgermeisterämter der Gemeinden Eggenstein-Leopoldshafen, Linkenheim-Hochstetten und Stutensee gelieferten Daten und Ortspläne wurden für die Erstellung einer genaueren Verteilung der Bevölkerung in diesen naheliegenden Gebieten verwendet. Abb. 1 zeigt die Zunahme der Bevölkerung in Abhängigkeit der Entfernung vom FR-2 Kamin. Detaillierte Informationen über die Bevölkerungsdaten sind der Anlage zu entnehmen.

Für die Berechnung der Dosis lagen die monatlichen Emissionswerte der Ar-41-Abluft des FR-2 vor. Da diese nicht zu stark schwankten, konnte mit den jeweiligen Jahresemissionen (s. Tab. 1) und den zugehörigen meteorologischen Jahresstatistiken in die Rechnungen eingegangen werden.

Zur Errechnung der jährlichen Gammadosis eines Ortes durch die Ar-41 Abluft des FR-2 diente das Rechenprogramm WOLGA-I /2/, /3/, welches die räumliche Verteilung der Aktivität in den einzelnen Windrichtungssektoren berücksichtigt. Bei den berechneten Daten in den umliegenden Ortschaften handelt es sich um die Dosen, die dort mit einem über das ganze Jahr exponierten Strahlenmeßgerät als zusätzliche Dosis - zusätzlich zur natürlichen Strahlung an diesem Ort - gemessen worden wäre. Zur Ermittlung der Kollektiv-Äquivalentdosis S wurde angenommen, daß sich eine Person die ganze Zeit an diesem Ort aufhielt, ohne Berücksichtigung der Absorption der Strahlung durch Gebäude. Die Kollektiv-Äquivalentdosis S ergibt sich dann aus:

$$S = \sum_i p_i \bar{H}_i$$

p_i : Einwohnerzahl der Ortschaft i

\bar{H}_i : mittlere γ -Ganzkörper-Dosis einer fiktiven Person in der Ortschaft i

i: Ortschaften innerhalb eines Radius von 25 km vom FR-2 Kamin

Nimmt man dagegen an, daß sich Personen im allgemeinen ca. 20 % der Zeit im Freien und sich während der restlichen 80 % der Zeit in Gebäuden aufhalten, die die γ -Strahlung um ca. einen Faktor 2 abschirmen, so ergibt sich eine Kollektiv-Äquivalentdosis S_1 aus

$$S_1 = 0,6 \cdot S$$

Mit Hilfe der Bevölkerungsverteilung in den 12 Ausbreitungssektoren, die als Funktion der Entfernung den Abbn. 2 bis 13 zu entnehmen sind, ergaben sich die in den Abbn. 14 bis 25 gezeigten Kollektiv-Äquivalentdosen S bis zu einer Entfernung von 25 km vom FR-2 Kamin für die Jahre 1975 bis 1981. S und S_1 sind Tab. 1 für eine Entfernung von 25 km vom FR-2 Kamin zu entnehmen, als Funktion der Entfernung ist S in Abb. 26 dargestellt. Normiert man S und S_1 mit der jeweiligen Ar-41-Jahresemission, dann ergeben sich normierte Kollektiv-Äquivalentdosen \bar{d} und \bar{d}_1 , deren Werte von 1975 bis 1981 jeweils um ihren Mittelwert maximal um ± 8 % abweichen. Die normierten Kollektiv-Äquivalentdosen \bar{d} und \bar{d}_1 sind gleichfalls in Tab. 1 eingetragen.

Literatur

- /1/ ICRP-26, Pergamon Press, Frankfurt 1977

- /2/ W. Hübschmann, D. Papadopoulos;
Berechnung der Dosisleistung durch Gammastrahlung aus der
radioaktiven Abluftfahne eines Daueremittenten,
KFK 2172 (1975)

- /3/ D. Nagel, D. Papadopoulos;
WOLGA 1 - Ein FORTRAN-IV-Programm zur Berechnung der Dosis-
leistung durch Gammastrahlung aus der radioaktiven Abluft
eines oder mehrerer Daueremittenten,
KFK 2189 (1975)

Anlage

Als Unterlage der Datenerfassung dienten die auf unsere Anfrage durch die statistischen Ämter und Vermessungsämter der Länder Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz gelieferten Angaben. Die durch die Stadt Karlsruhe und die Bürgermeisterämter der Gemeinden Eggenstein-Leopoldshafen, Linkenheim-Hochstetten und Stutensee gelieferten Daten und Ortspläne wurden für die Erstellung einer genaueren Verteilung der Bevölkerung in diesen Gebieten verwendet.

Die gesamten Unterlagen werden im folgenden aufgliedert:

A. Für die Bestimmung der Bevölkerung der Ortschaften

A1. Angaben des statistischen Landesamtes Baden-Württemberg (Herausgeber)

-Herkunft und Verbleib der Gemeinden nach Abschluß der Kreis- und Gemeindereform, Gemeindeliste III, Stuttgart 1976.

-Amtliches Gemeindeverzeichnis Baden-Württemberg 1976, Heft 1, Band 230, Stuttgart 1976.

-Wohnbevölkerung der Gemeinden am 30. Juni 1976, Statistische Berichte, A12-j/76, Bevölkerung, Stuttgart 1976.

A2. Angaben des statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz (Herausgeber)

-Amtliches Verzeichnis der Verbandsgemeinden und Gemeinden von Rheinland-Pfalz in alphabetischer Reihenfolge, Stand 31.12.1975, Bad Ems 1976.

-Landesinformationssystem Rheinland-Pfalz, EDV-Programmausgabe mit Bevölkerungsstatistik der Stadt- und Landkreise KR 334, KR 337 und KR 338, Stand 30.06.1976, Berechnungen für KfK.

A3. Angaben der Stadt Karlsruhe, Statistisches Amt und Wahlamt. Karlsruher Wohnbevölkerung (nach Stadtteilen und Wohnbezirken), Stand 31.10.1976.

A4. Angaben der Gemeinden Eggenstein-Leopoldshafen, Linkenheim- Hochstetten und Stutensee über die Verteilung der Bevölkerung in den Ortsteilen dieser Gemeinden.

B. Für die Bestimmung der Ortskoordinaten:

B1. Kartenverzeichnis 1976, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart 1976.

- B2. Landeskarten 1:100 000; C-6714 (Mannheim), C-6718 (Heidelberg), C-7214 (Karlsruhe) und C-7118 (Stuttgart-Nord).
- B3. Stadtkarte der Stadt Karlsruhe mit Stadtteilen, Stand Mai 1970.
- B4. Gemeindepläne der Gemeinden Eggenstein-Leopoldshafen, Linkenheim-Hochstetten und Stutensee.

Aus diesen Unterlagen wurden für jede Ortschaft (bis zu einer Entfernung von 30 km vom FR-2 Kamin) die Polarkoordinaten (r , ϕ) (r = Entfernung vom FR-2 Kaminfuß in m, ϕ = Winkel Nord-Kaminfuß-Ortschaft) und die zugehörige Einwohnerzahl ermittelt.

Nach den Angaben von A3 und B3 wurden die Einwohner der Stadt Karlsruhe in den einzelnen Stadtteilen (insgesamt 25) genauer erfaßt. Für die Ortsteile Eggenstein, Leopoldshafen, Linkenheim und Friedrichstal, die vom 3 km-Radius um den FR-2 Kaminfuß geschnitten werden, wurde gleichfalls entsprechend den Angaben A4 und B4 eine genauere Bevölkerungsverteilung erstellt; dadurch ist Eggenstein in 2, Leopoldshafen in 4, Linkenheim in 2 und Friedrichstal in 4 Gebiete je nach Winkel und Entfernung unterteilt.

Die Resultate dieser Verteilung wurden auf Lochkarten gespeichert. Auf einer Karte steht der Name eines Ortes bzw. Ortsteils, seine Polarkoordinaten, die Einwohnerzahl* und das Datum der zugehörigen Statistik. Dieses Kartenpaket kann als Eingabeblock für das Rechenprogramm WOLGA-I zur Berechnung der Bevölkerungsdosen bzw. der mittleren Bevölkerungsdosen in den verschiedenen Kreisen und/oder Sektoren bis zu einer Entfernung von 25 km um das KfK dienen.

Anhand dieses Kartenpakets wurde durch das Rechenprogramm BOEVEL die Zuordnung der Bevölkerung in 12 Sektoren (Sektorbreite 30 Grad, Sektormitte in 30, 60, ..., 360 Grad) vorgenommen.

*Die Einwohnerzahl eines Ortsteiles wurde auf den Lochkarten gleich Null gesetzt, wenn seine Bevölkerung in der Großgemeinde mitberücksichtigt wurde, oder (für manche Gemeinden ab 25 km Entfernung) keine Daten vorlagen, z.B. NEEWEILER (Frankreich).

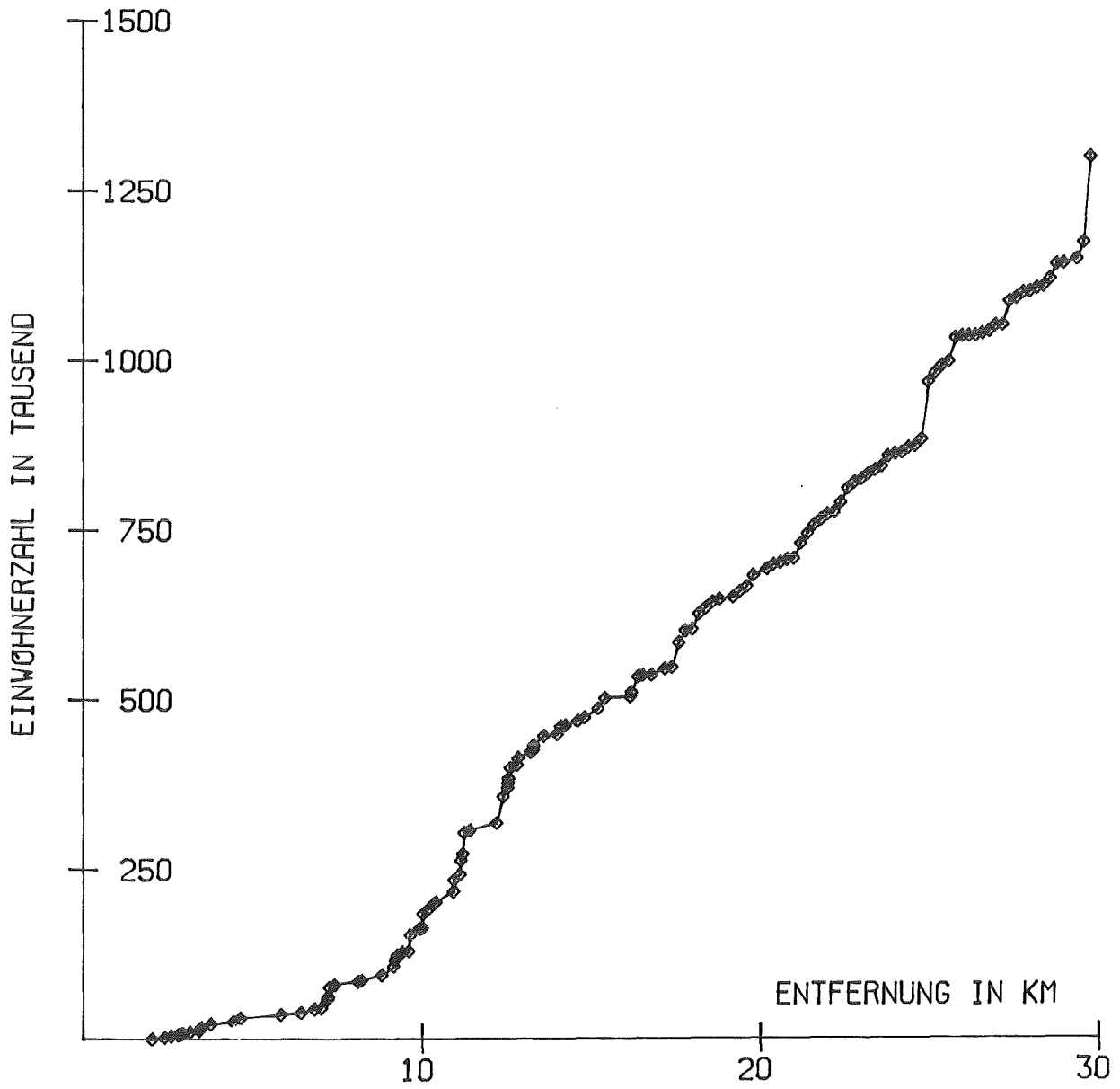


ABB. 1 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG

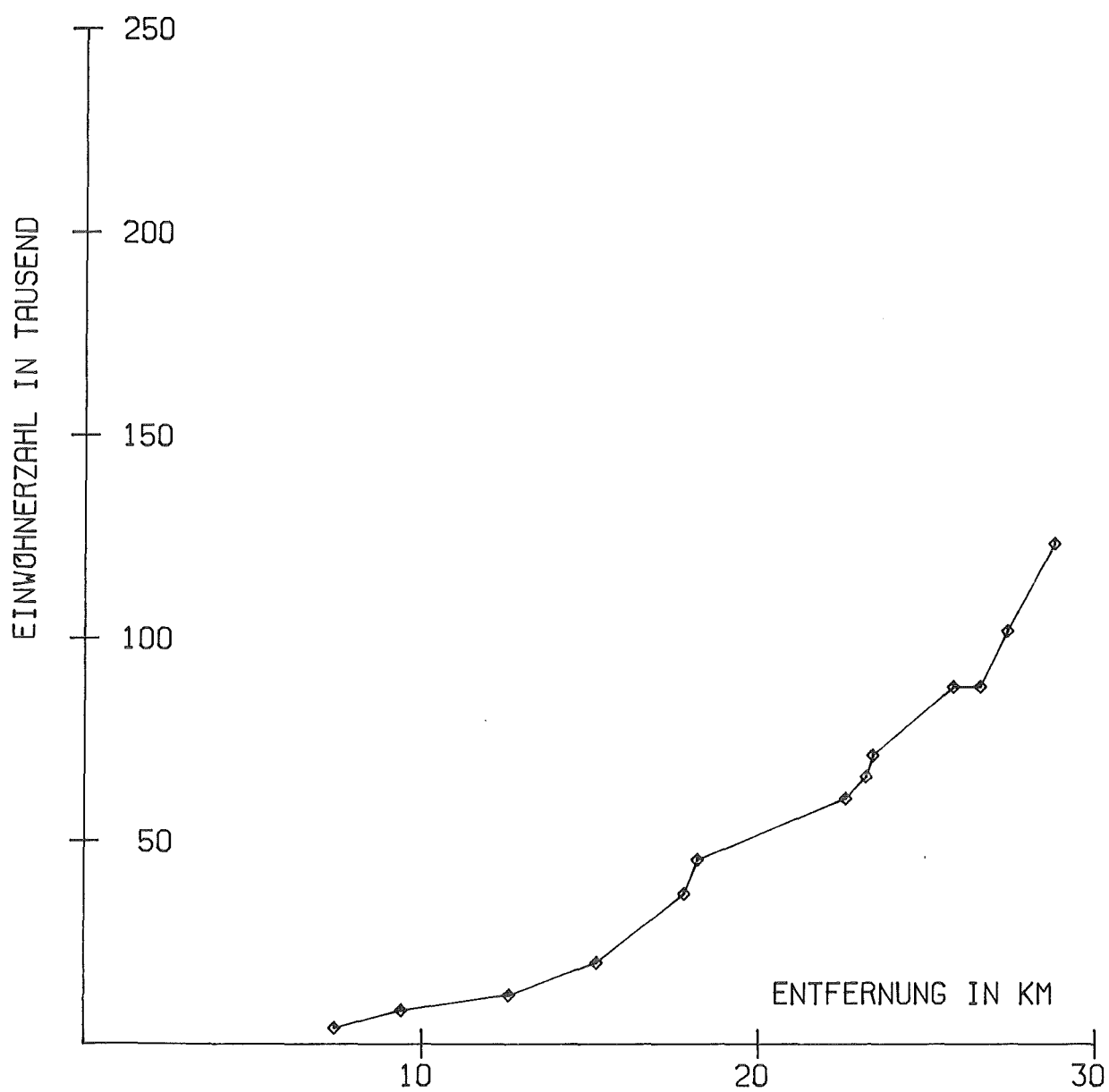


ABB. 2 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTØR 1

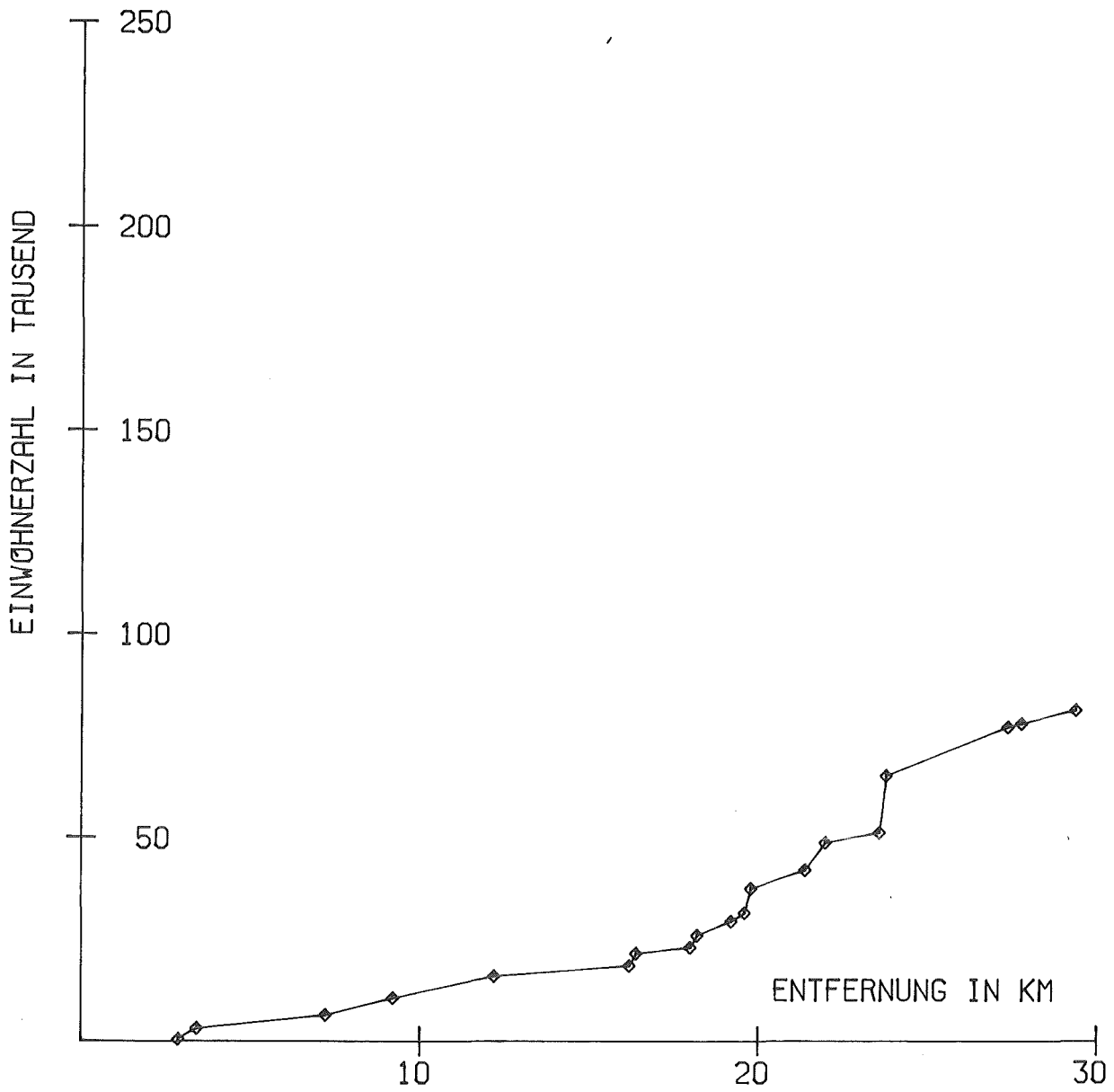


ABB. 3 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTØR 2

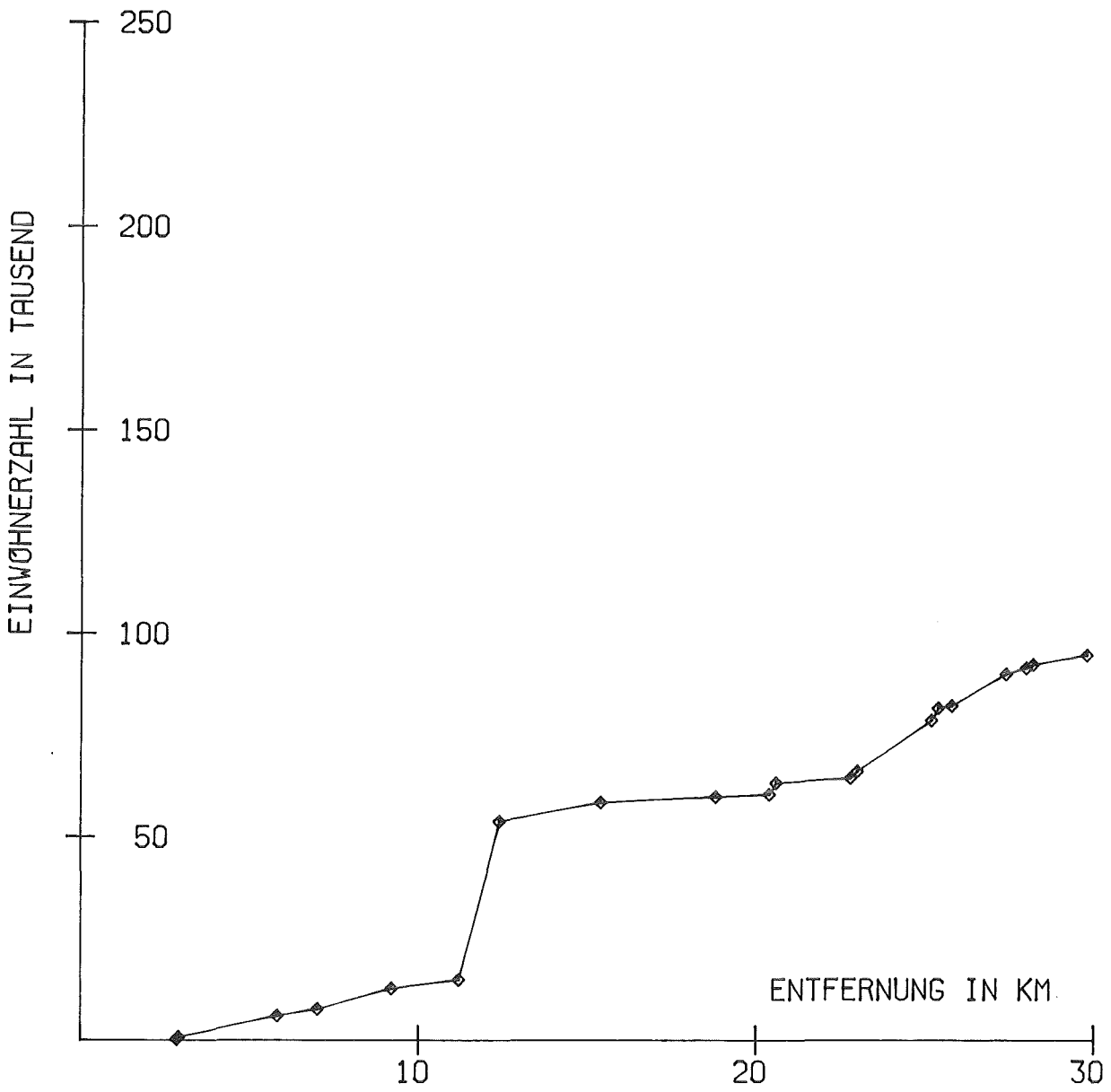


ABB. 4 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 3

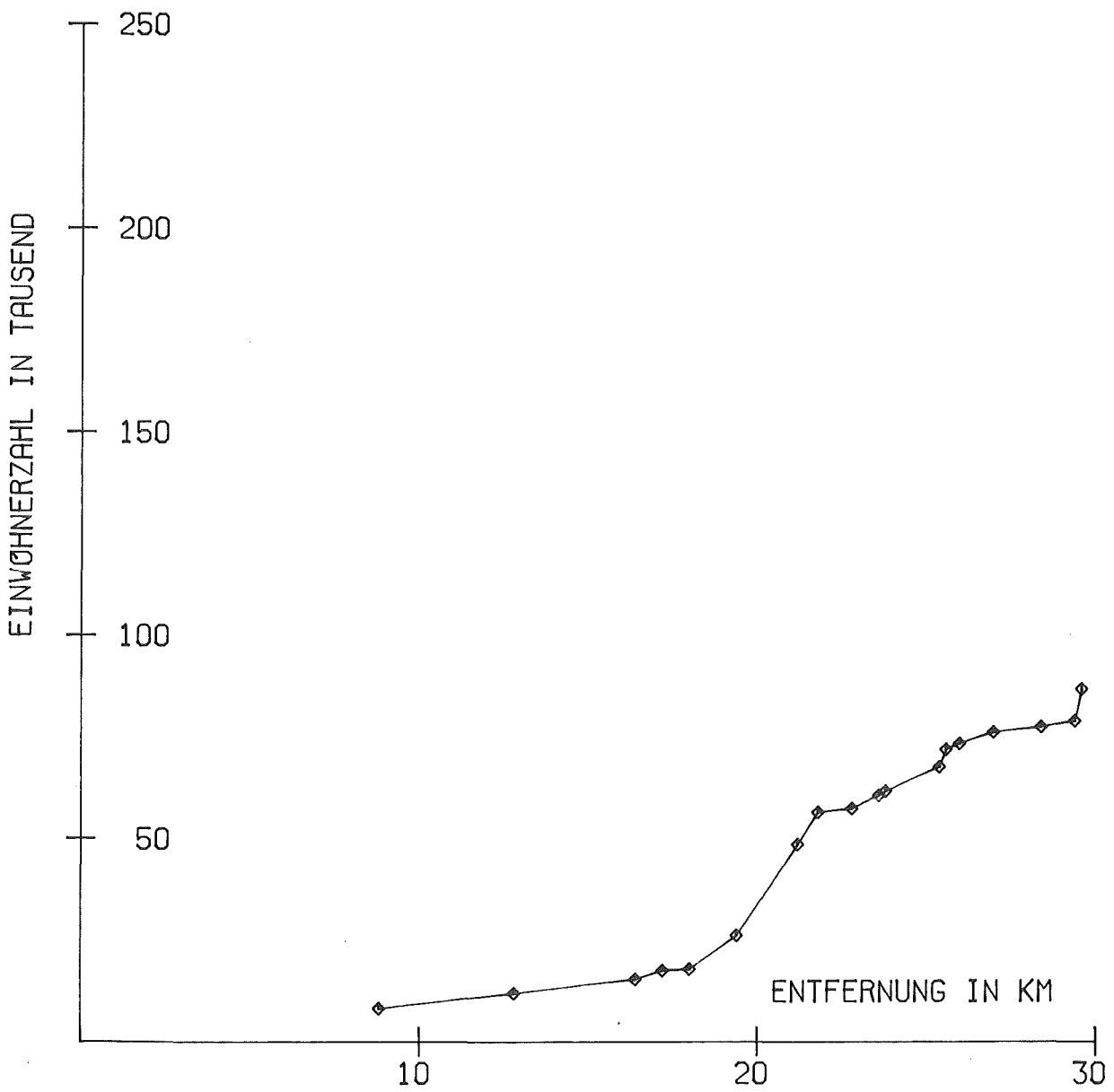


ABB. 5 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFFERNUNG IN SEKTÖR 4

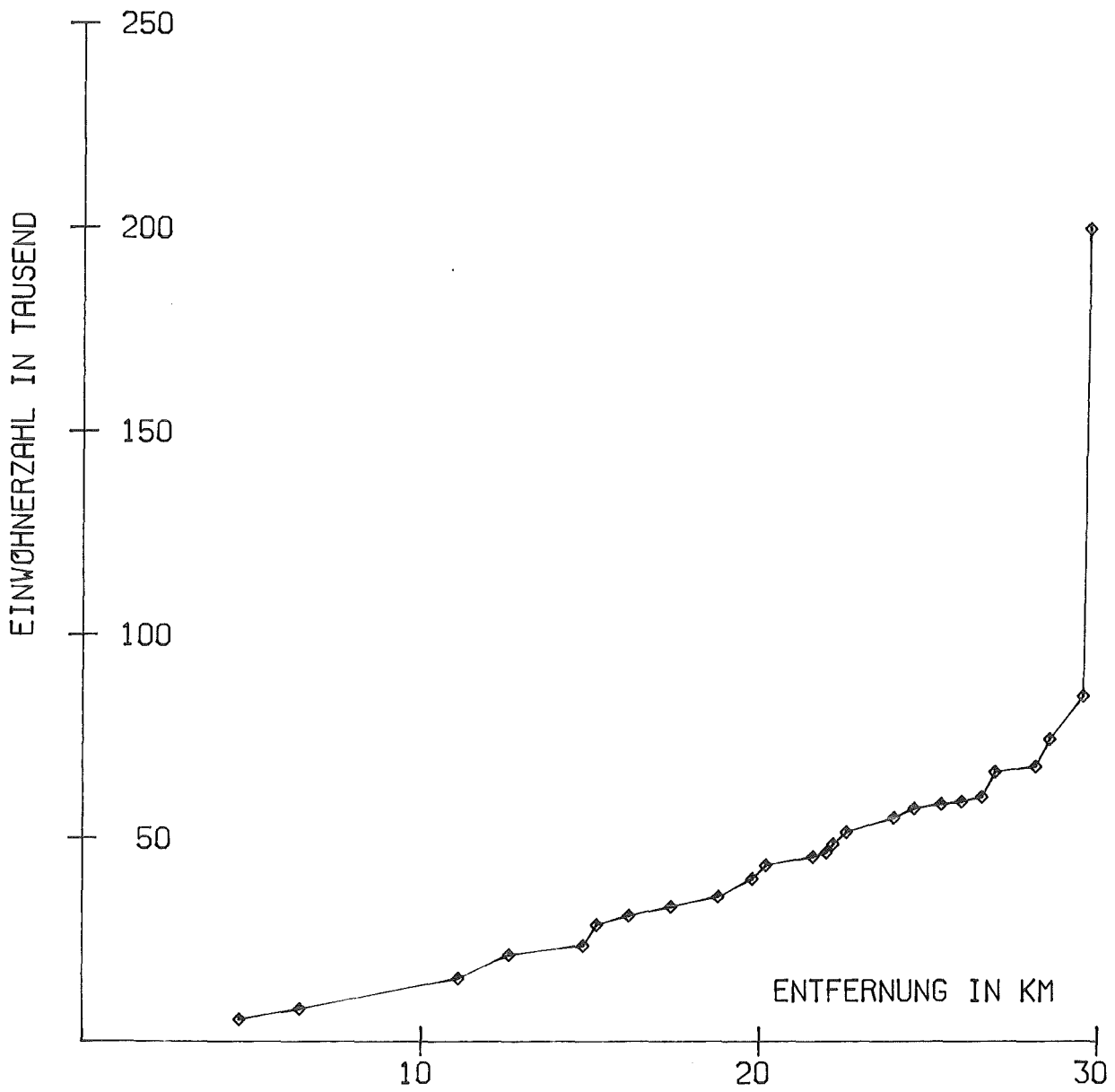


ABB. 6 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTOR 5

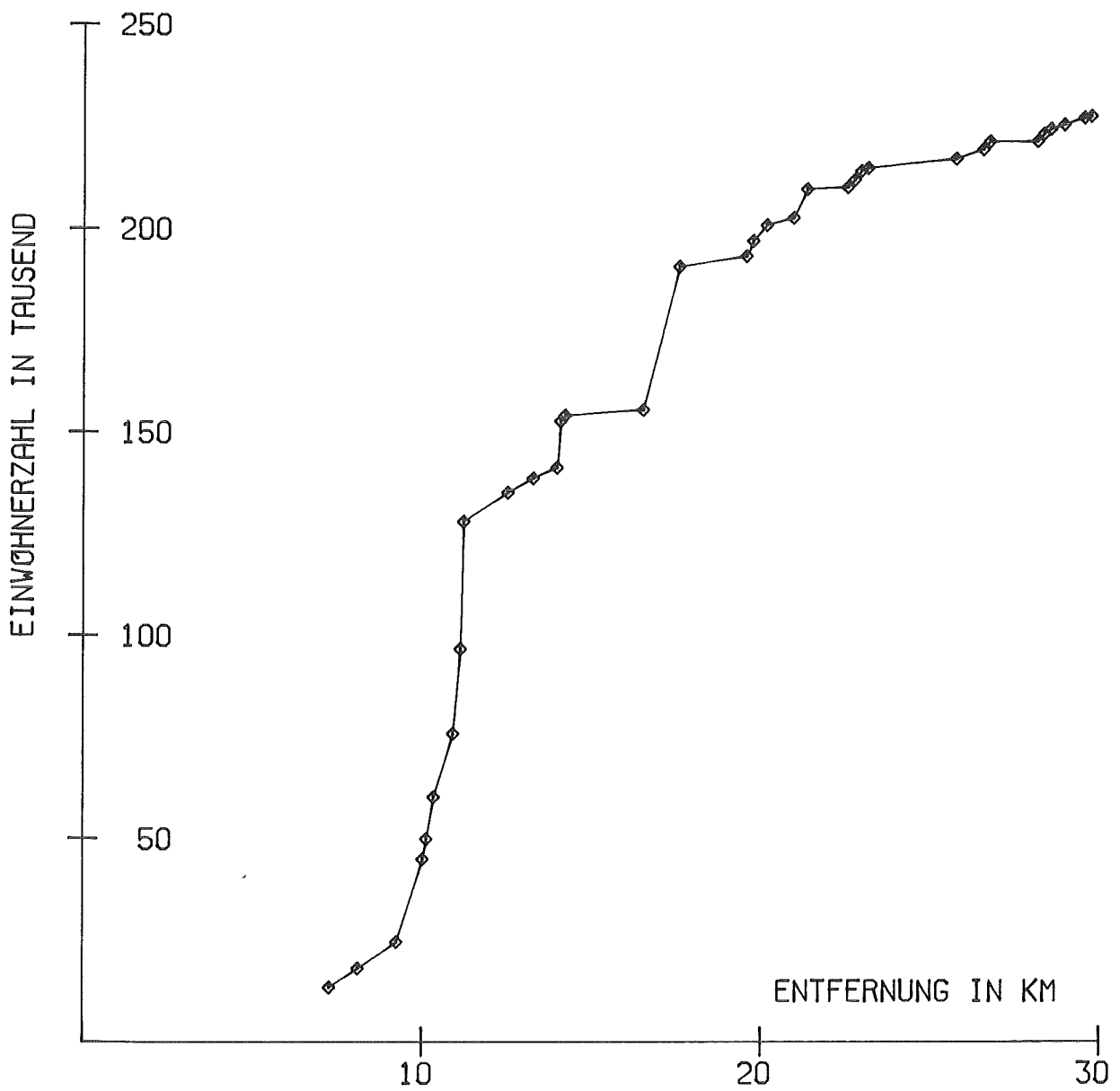


ABB. 7 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTOR 6

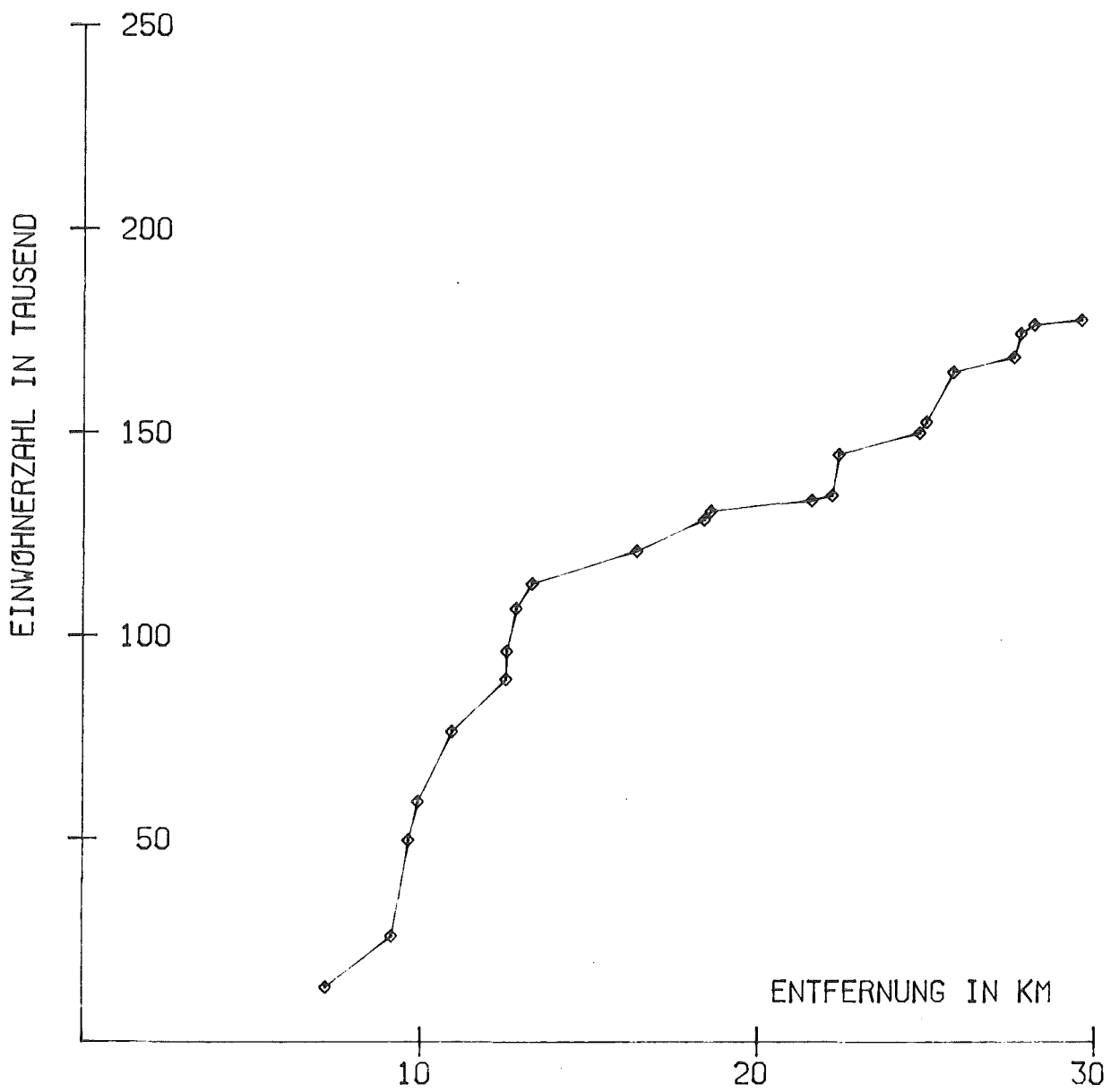


ABB. 8 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 7

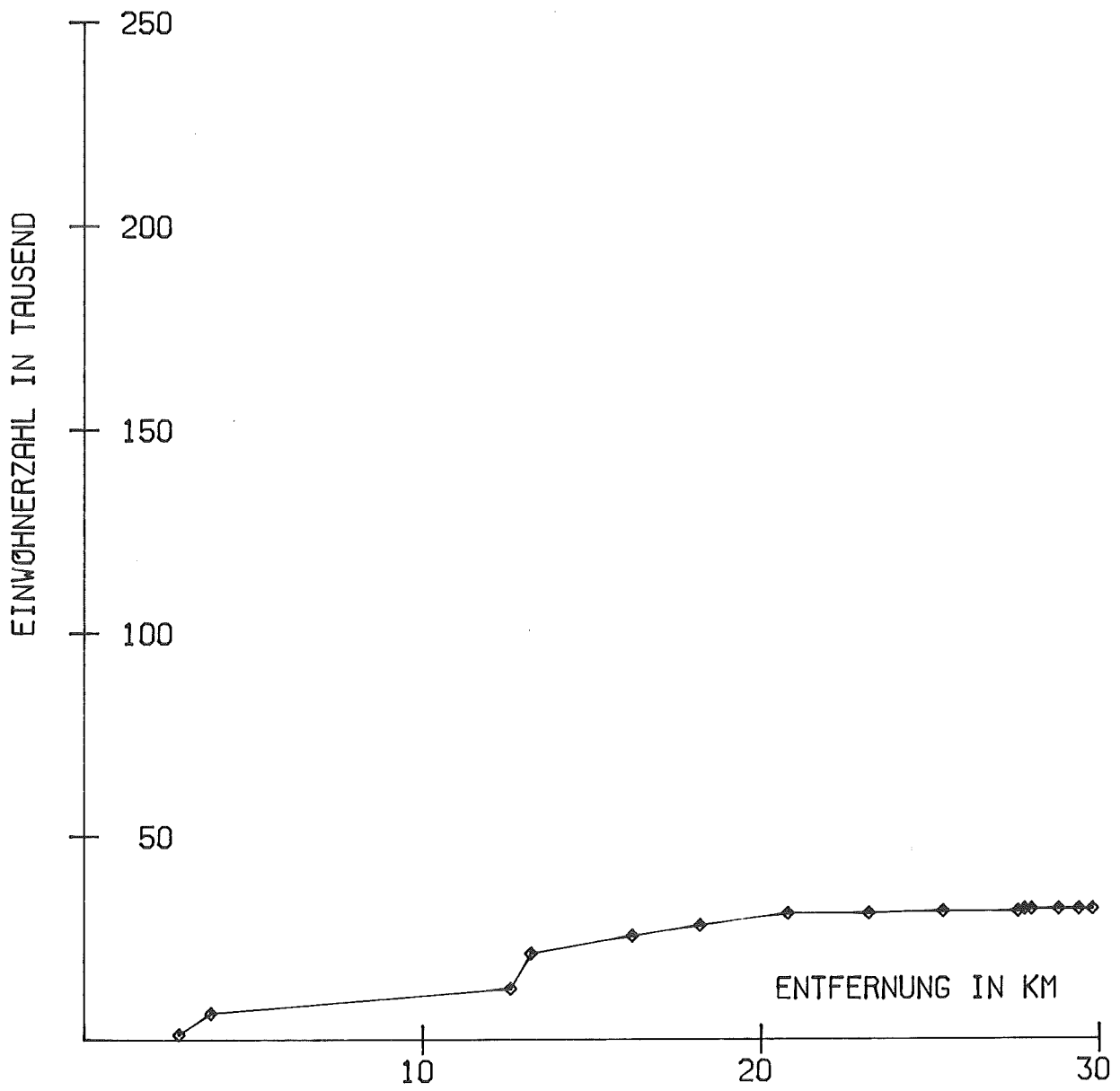


ABB. 9 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 8

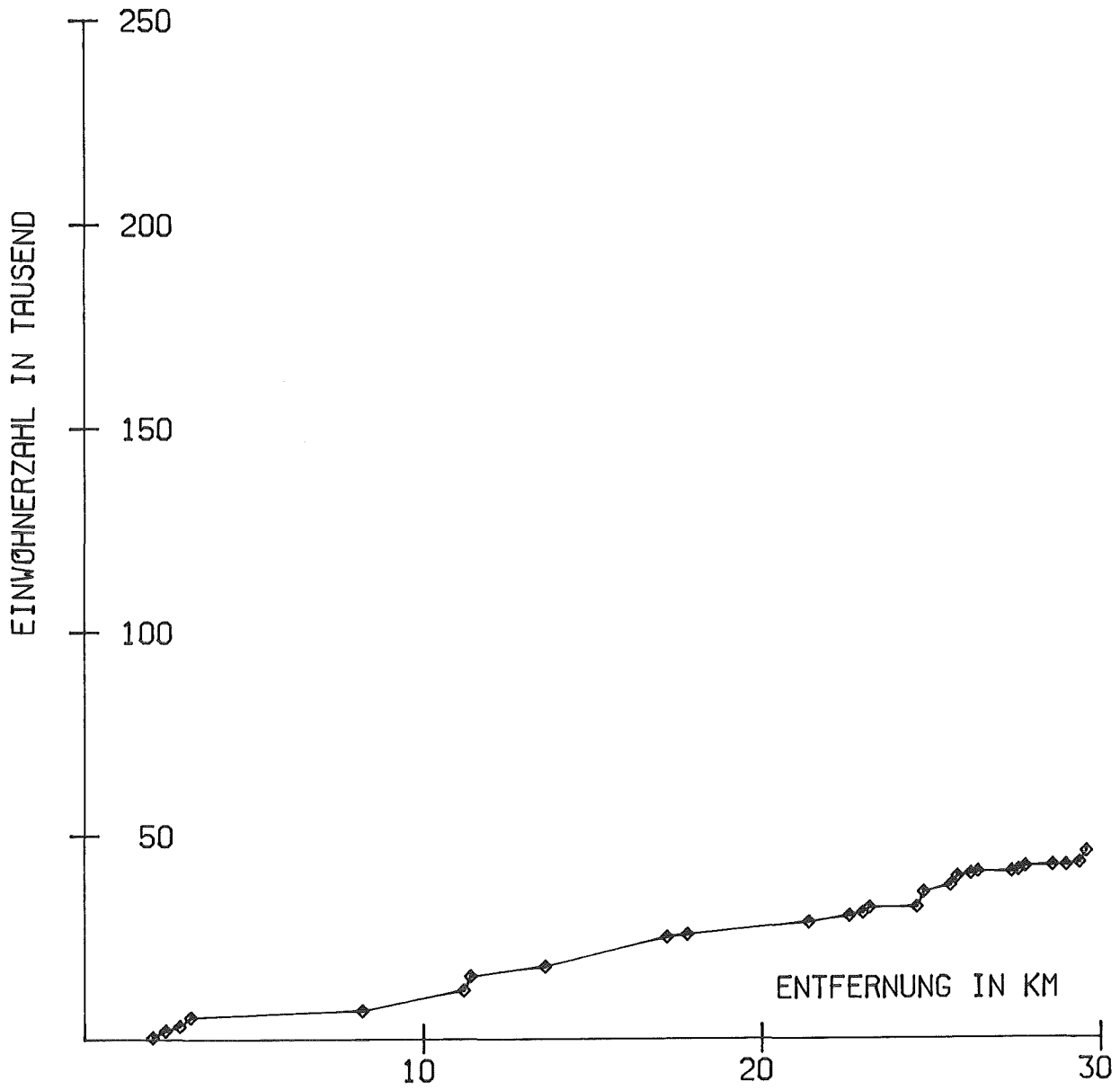


ABB. 10 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 9

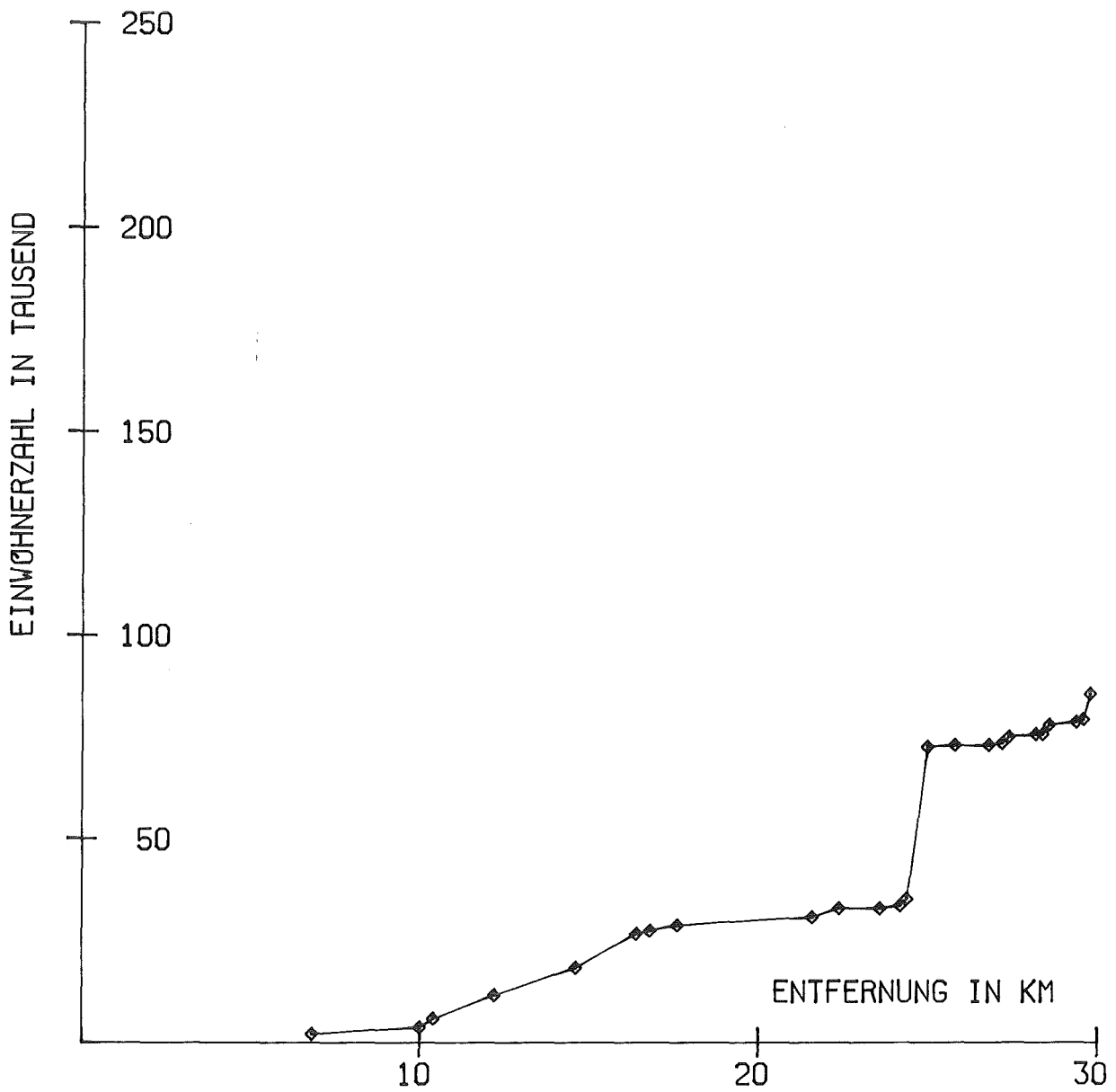


ABB. 11 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTOR 10

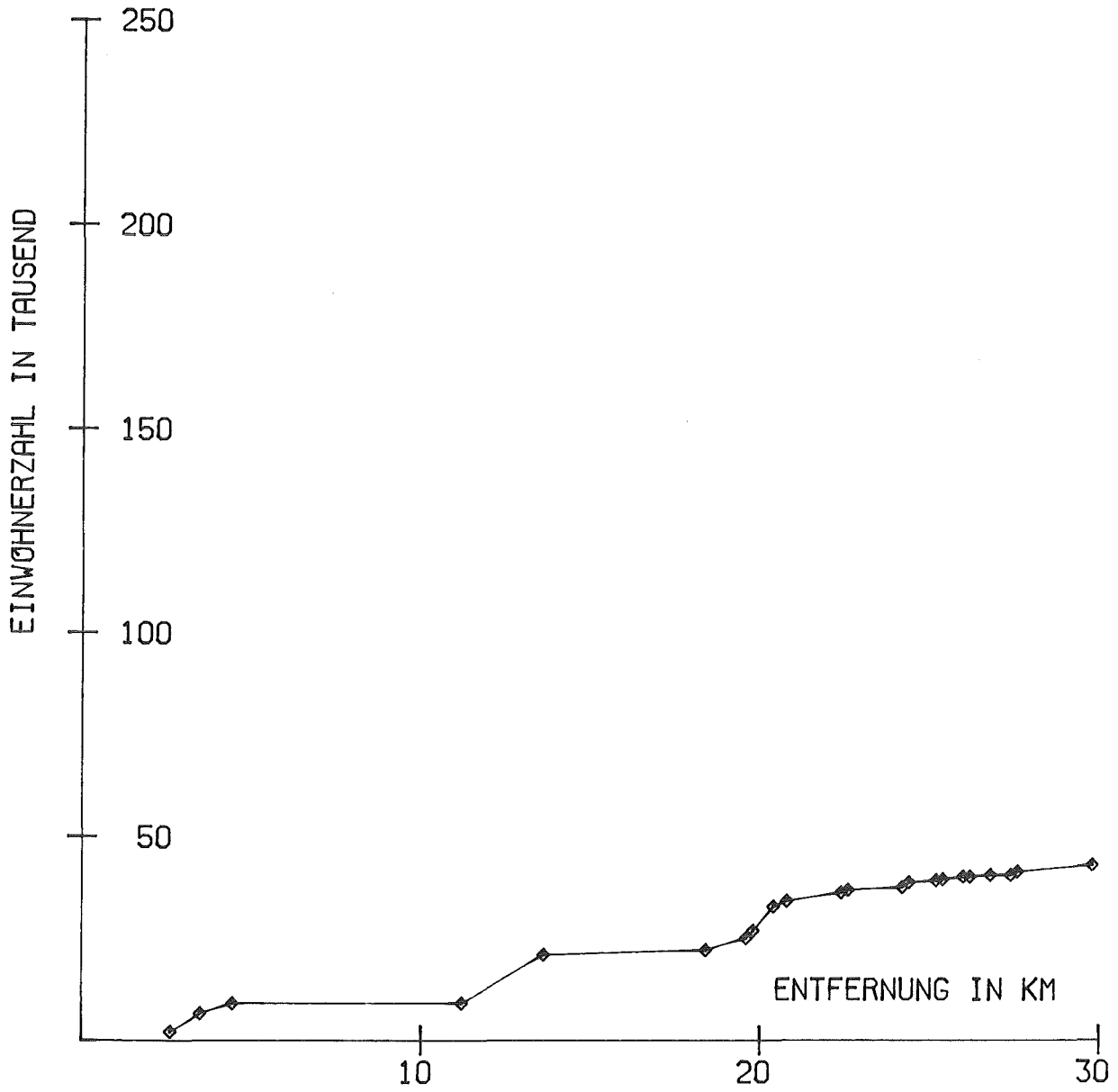


ABB. 12 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 11

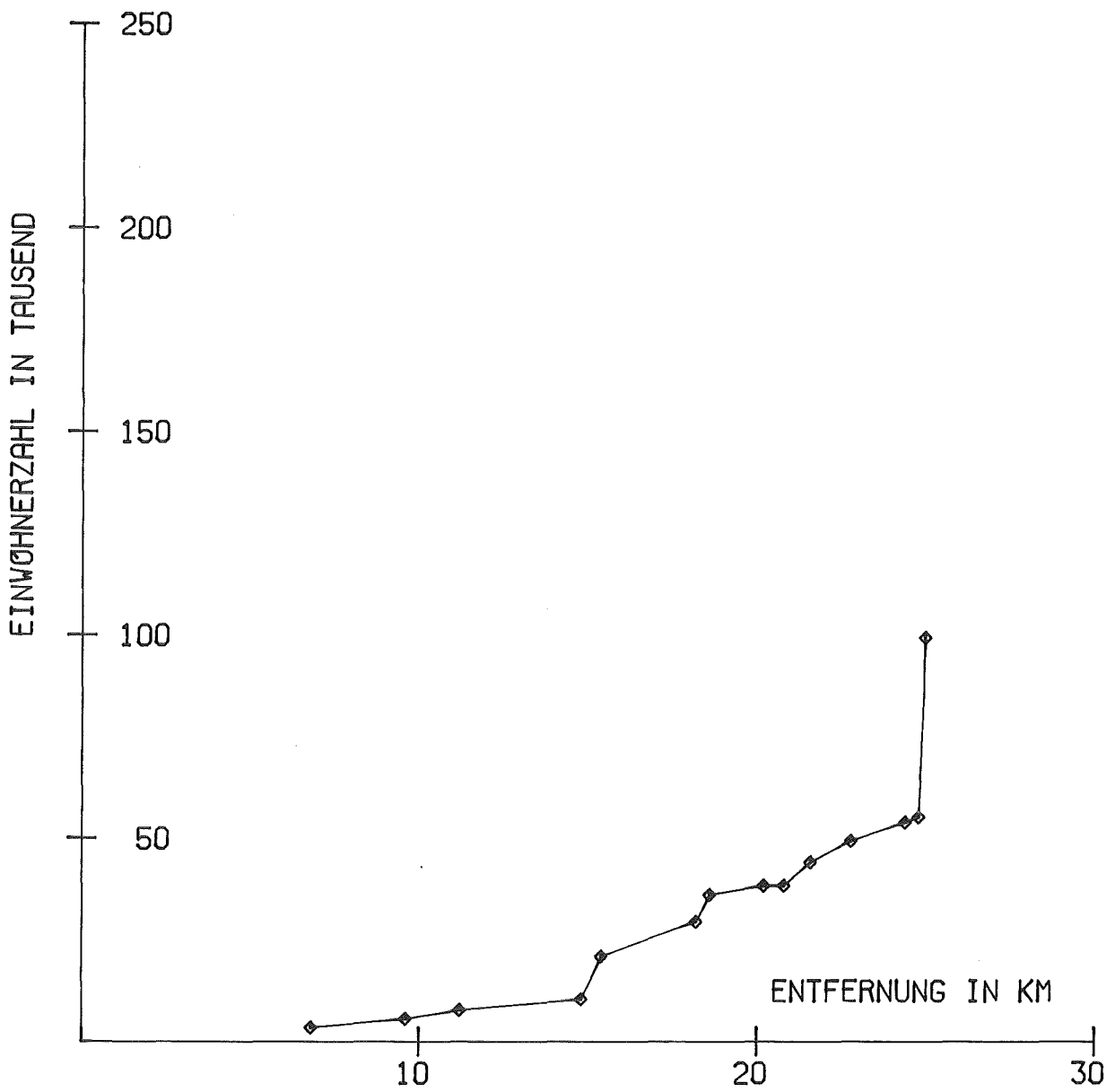


ABB. 13 EINWÖHNERZAHL GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTOR 12

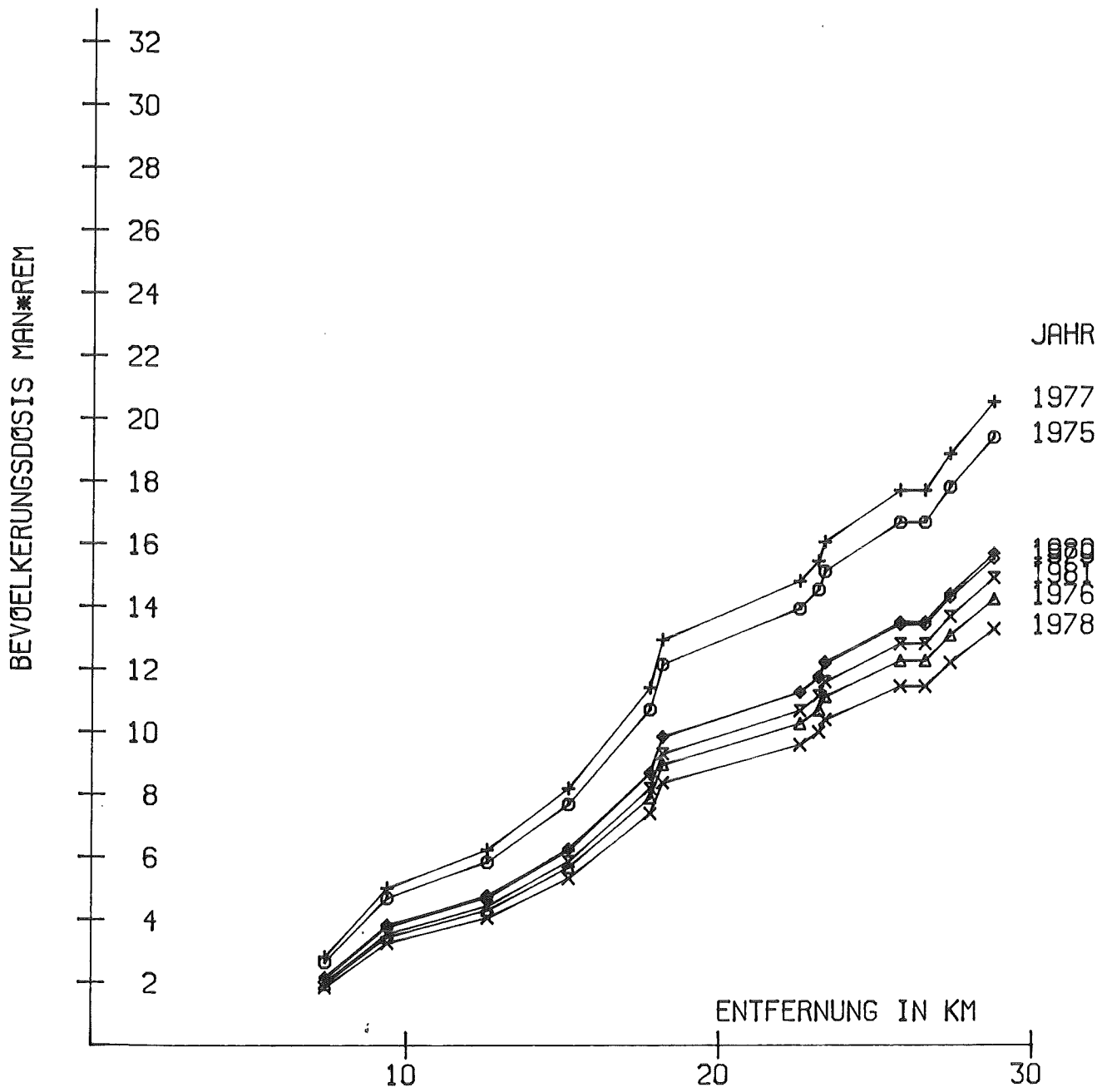


ABB. 14 BEVÖLKERUNGSDÖSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 1

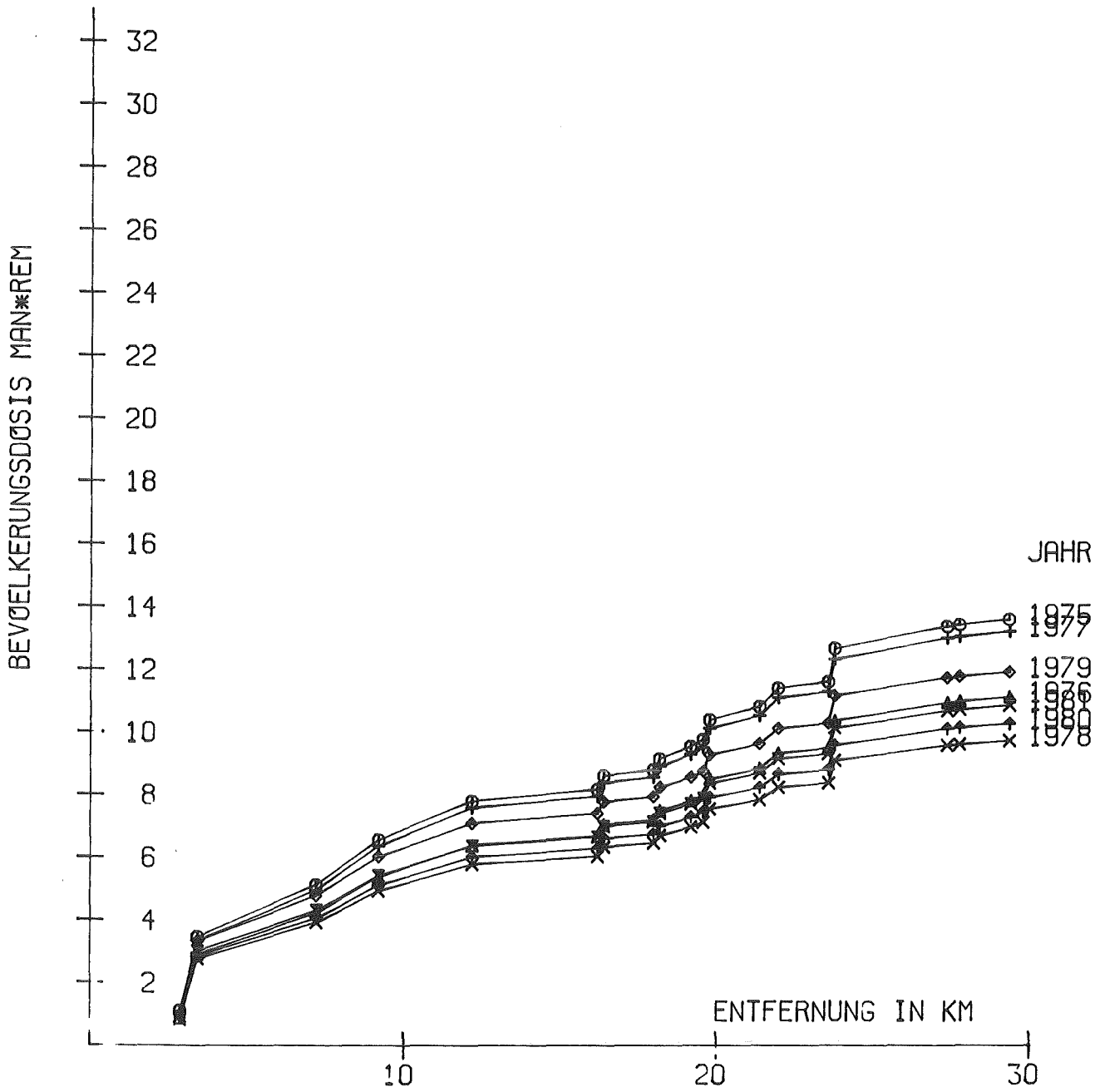


ABB. 15 BEVÖLKERUNGSDÖSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTOR 2

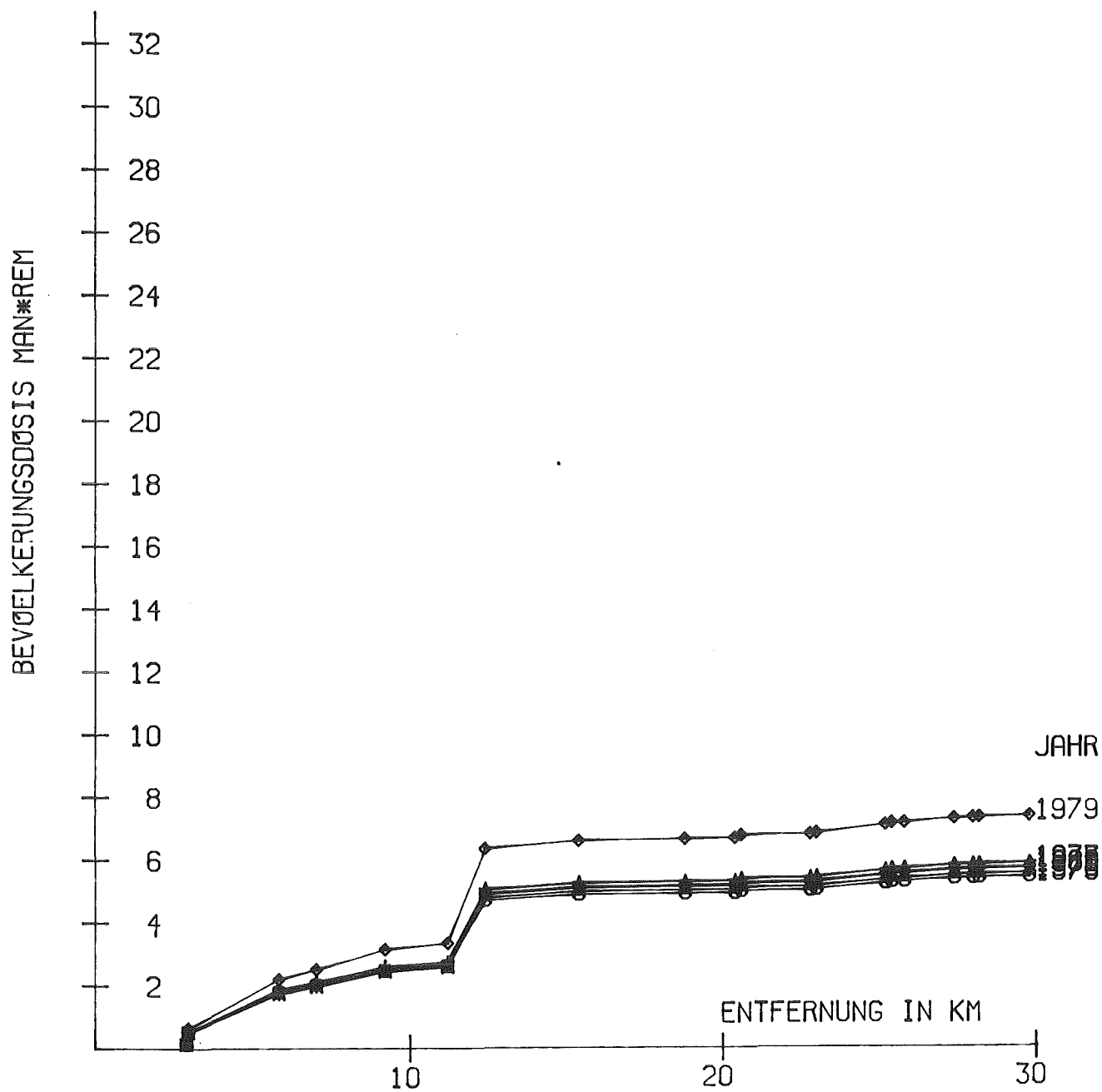


ABB. 16 BEVÖLKERUNGSDÖSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 3

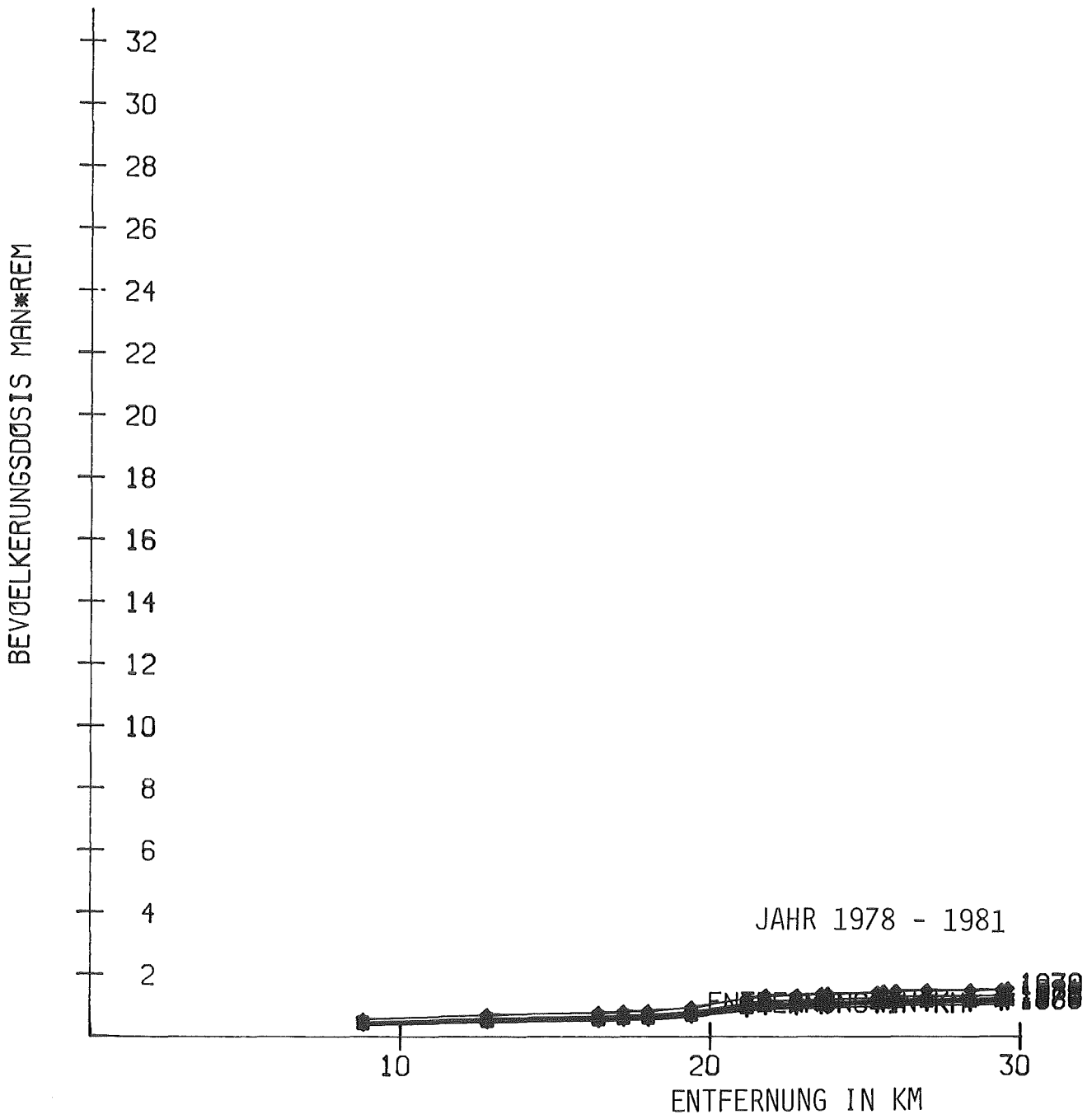


ABB. 17 BEVØELKERUNGSDØSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTØR 4

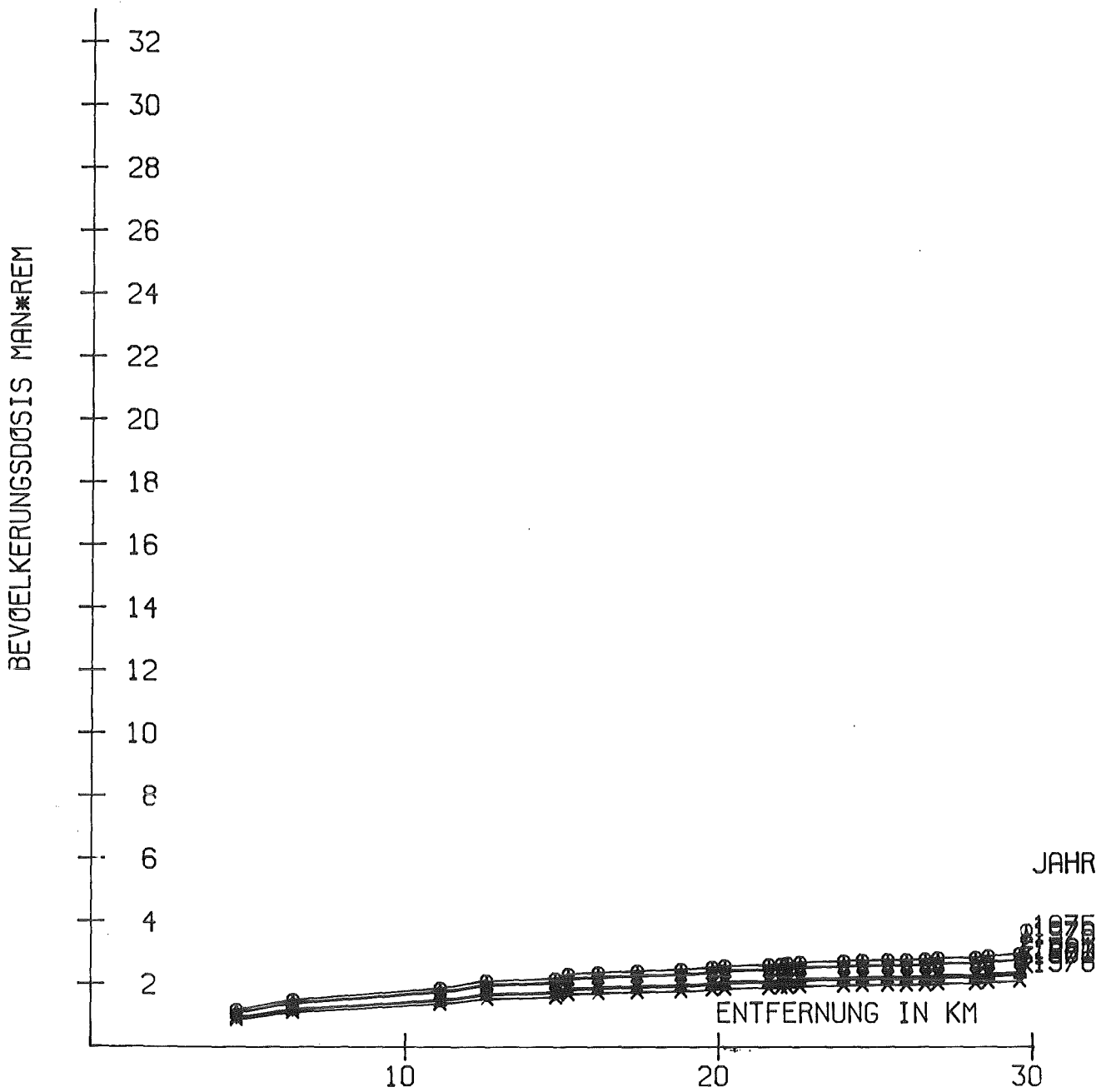


ABB. 18 BEVÖLKERUNGSDÖSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTOR 5

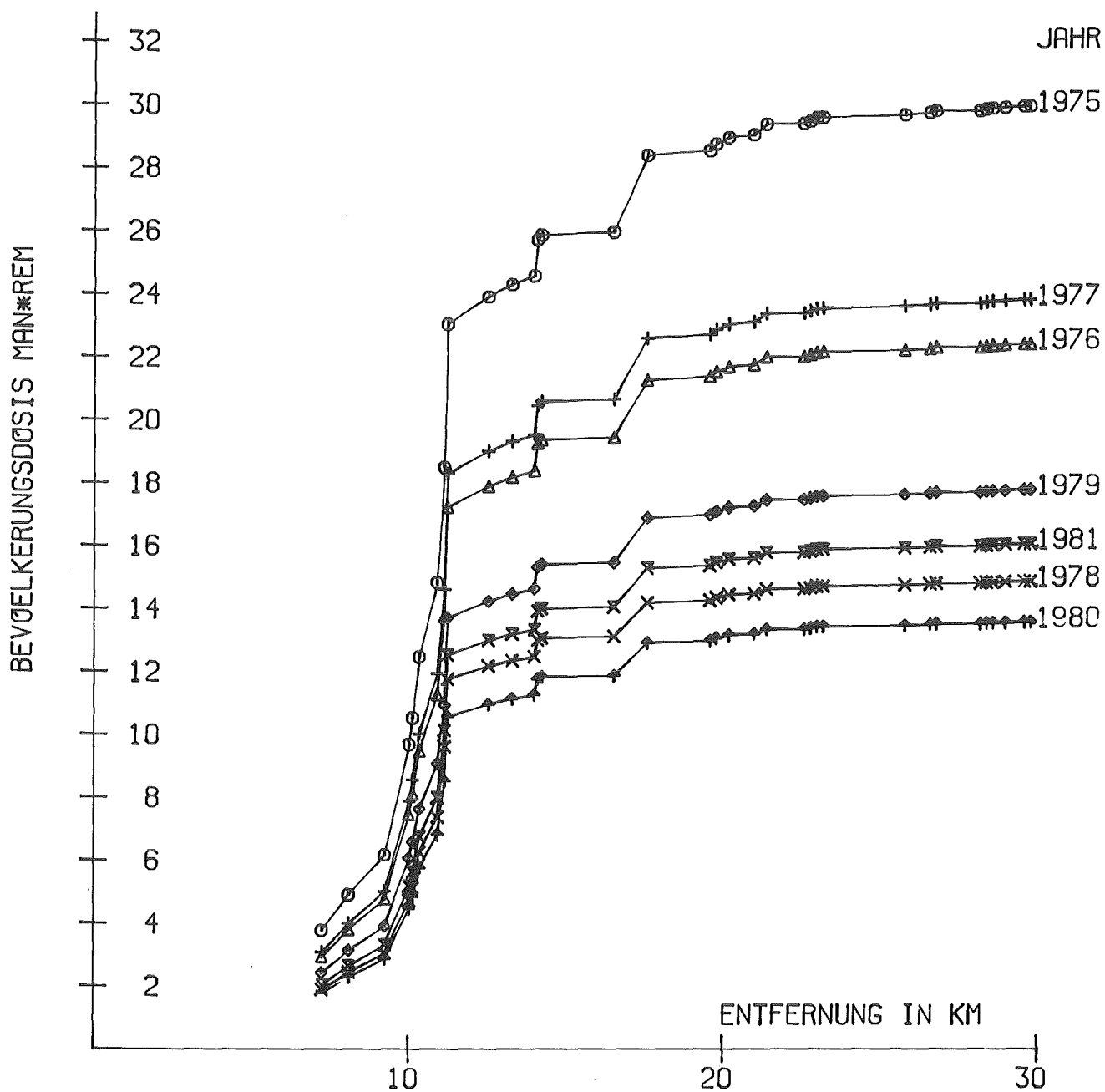


ABB. 19 BEVÖLKERUNGSDÖSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 6

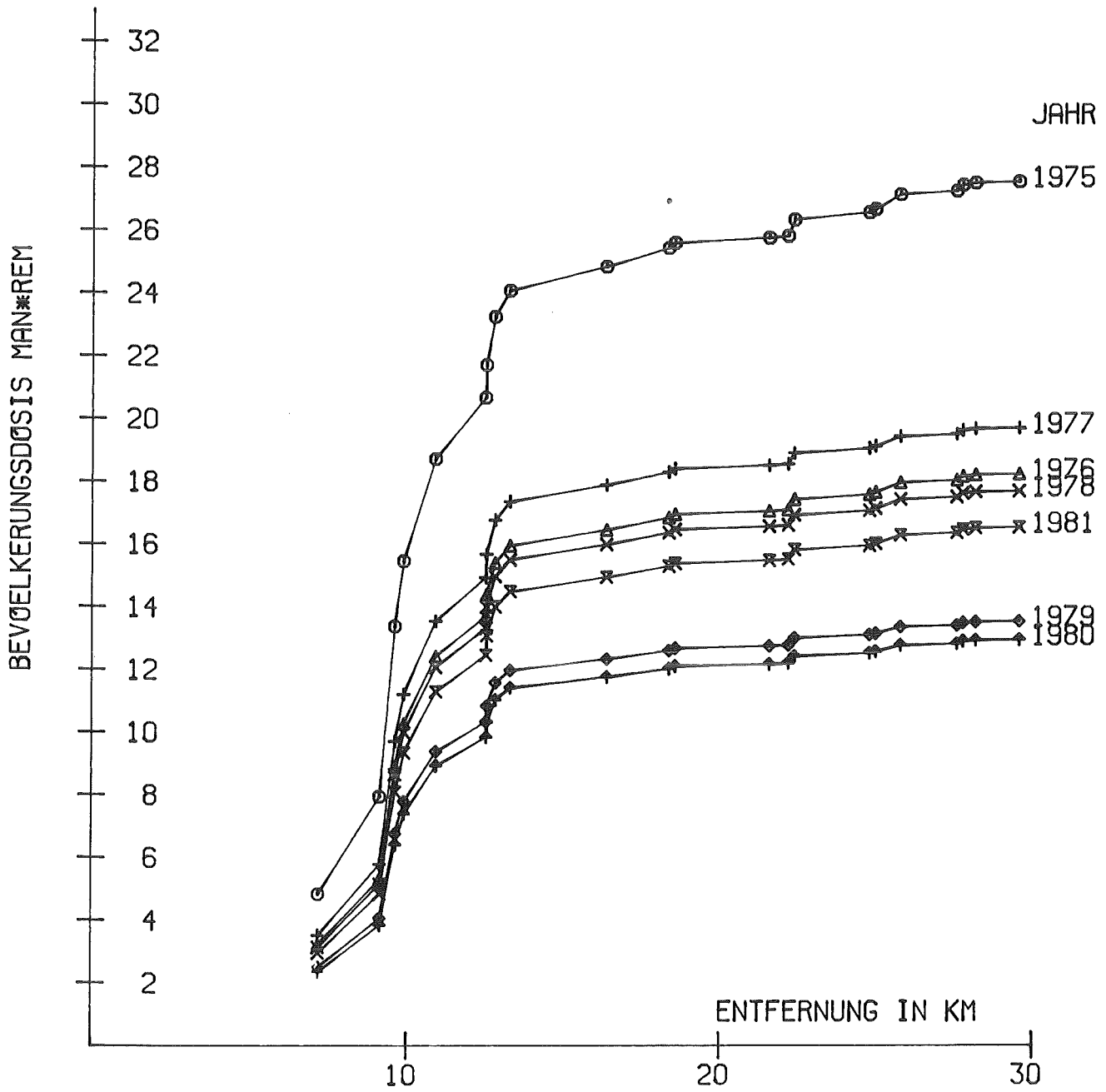


ABB. 20 BEVÖLKERUNGSDÖSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 7

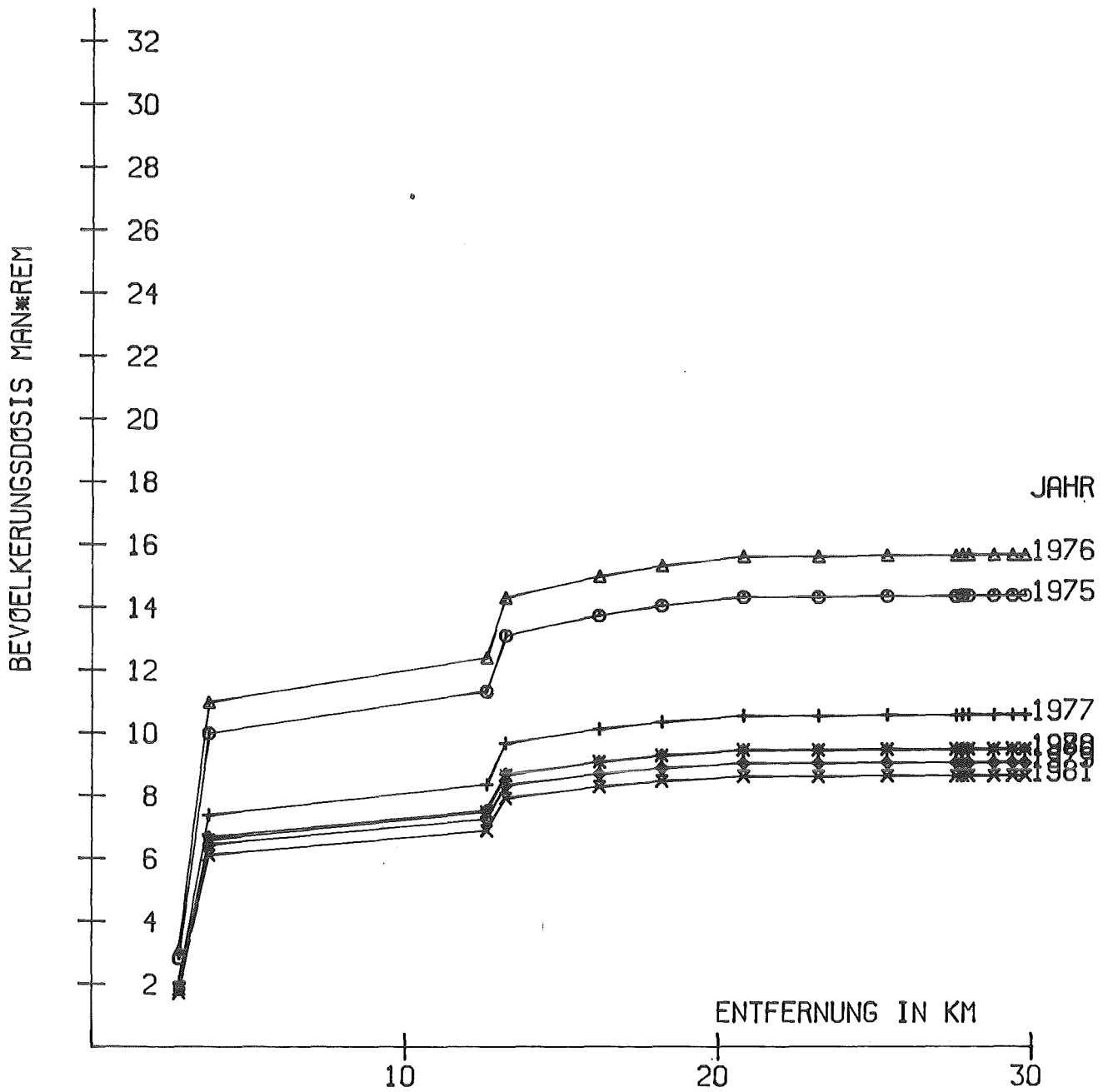


ABB. 21 BEVÖLKERUNGSDÖSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 8

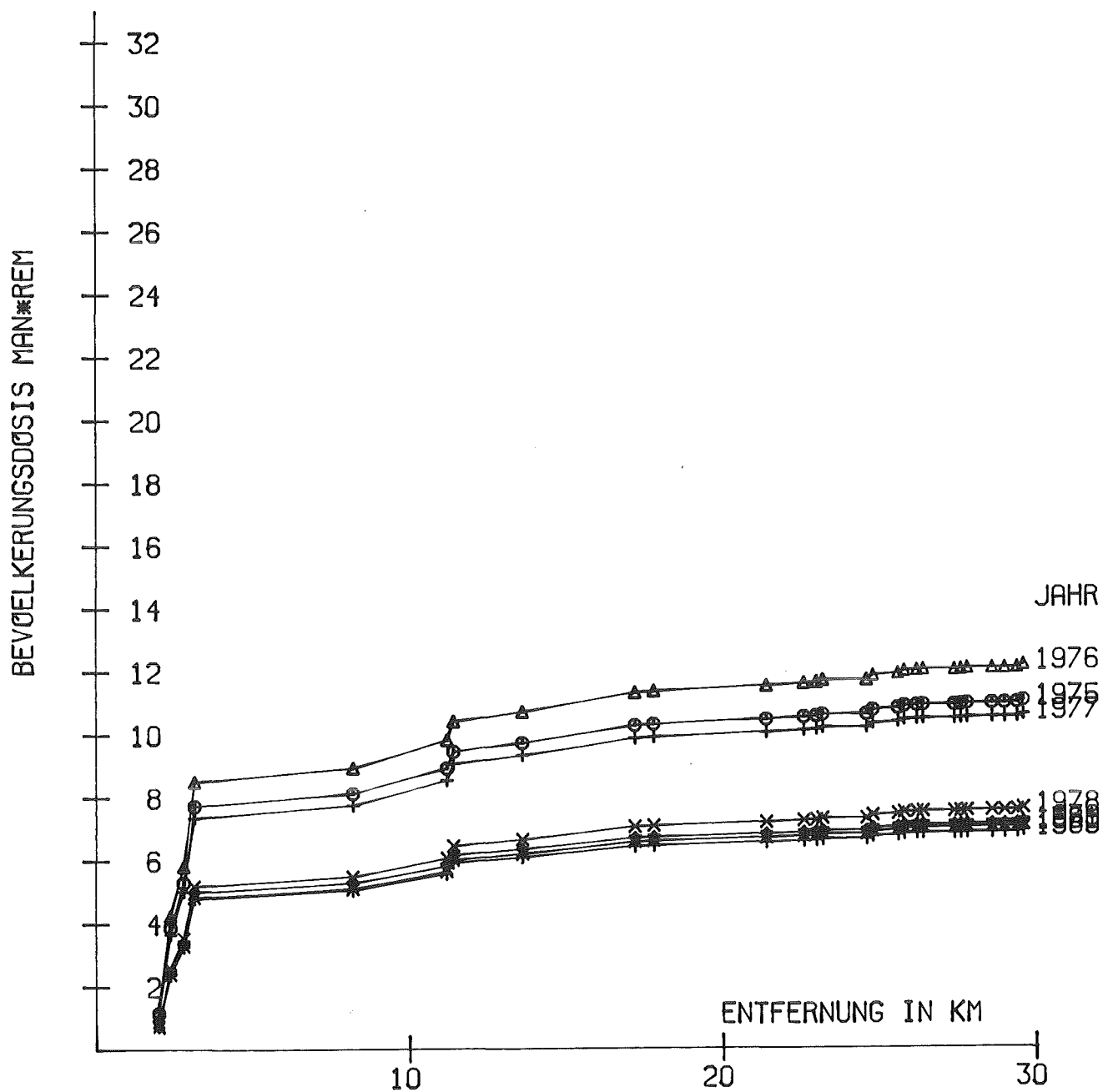


ABB. 22 BEVÖLKERUNGSDÖSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 9

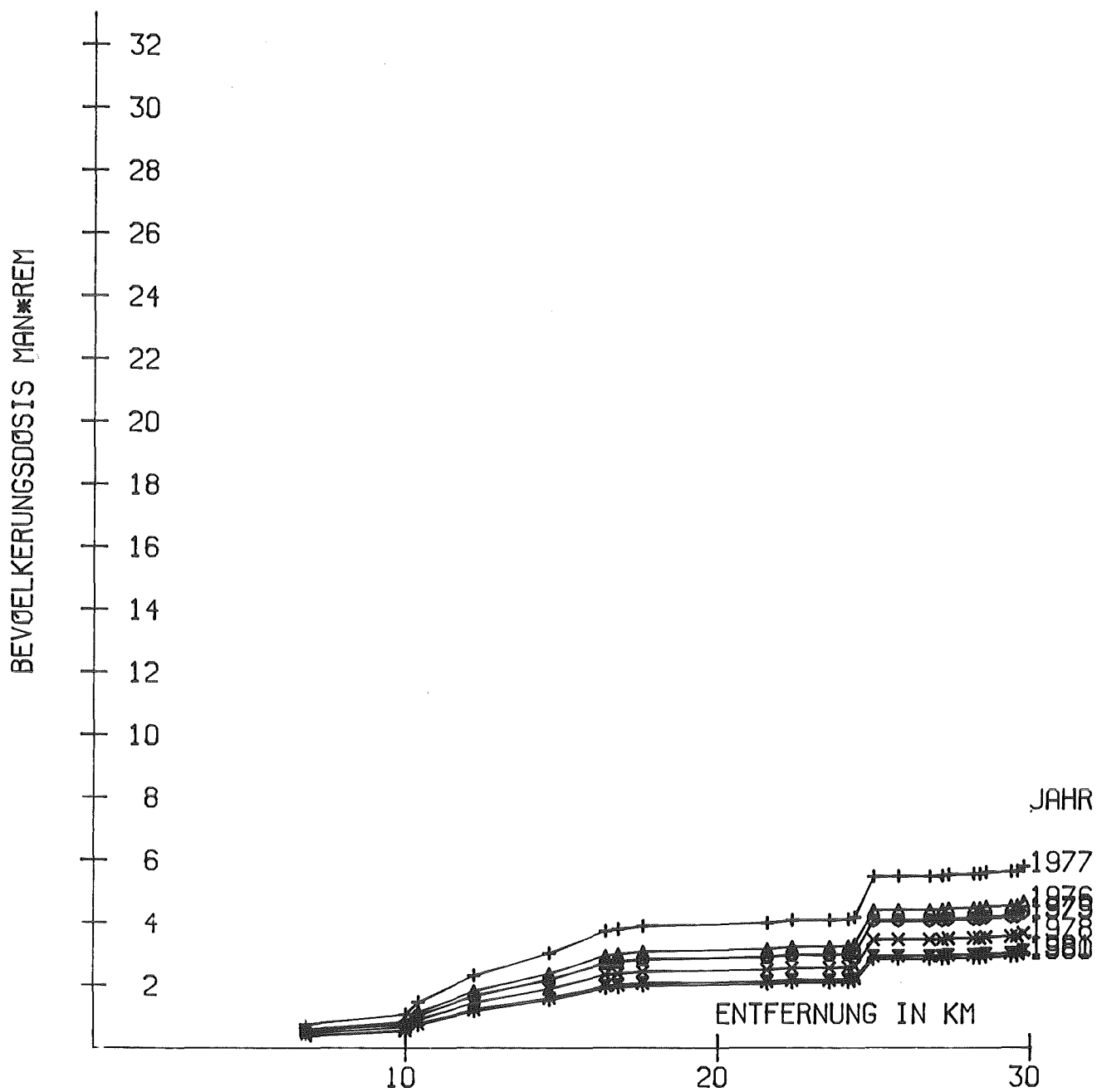


ABB. 23 BEVÖLKERUNGSDÖSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTÖR 10

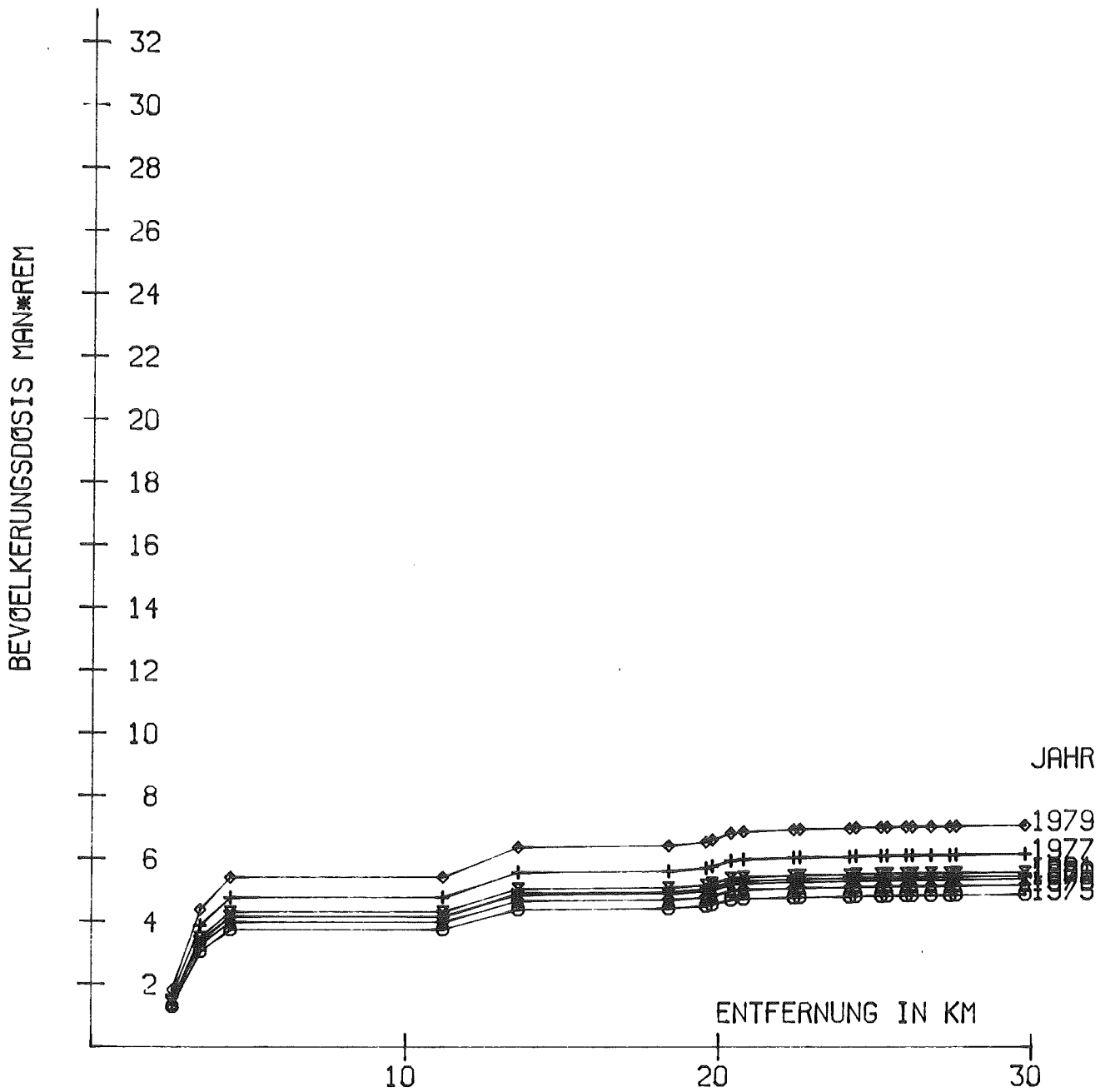


ABB. 24 BEVÖLKERUNGSDÖSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTOR 11

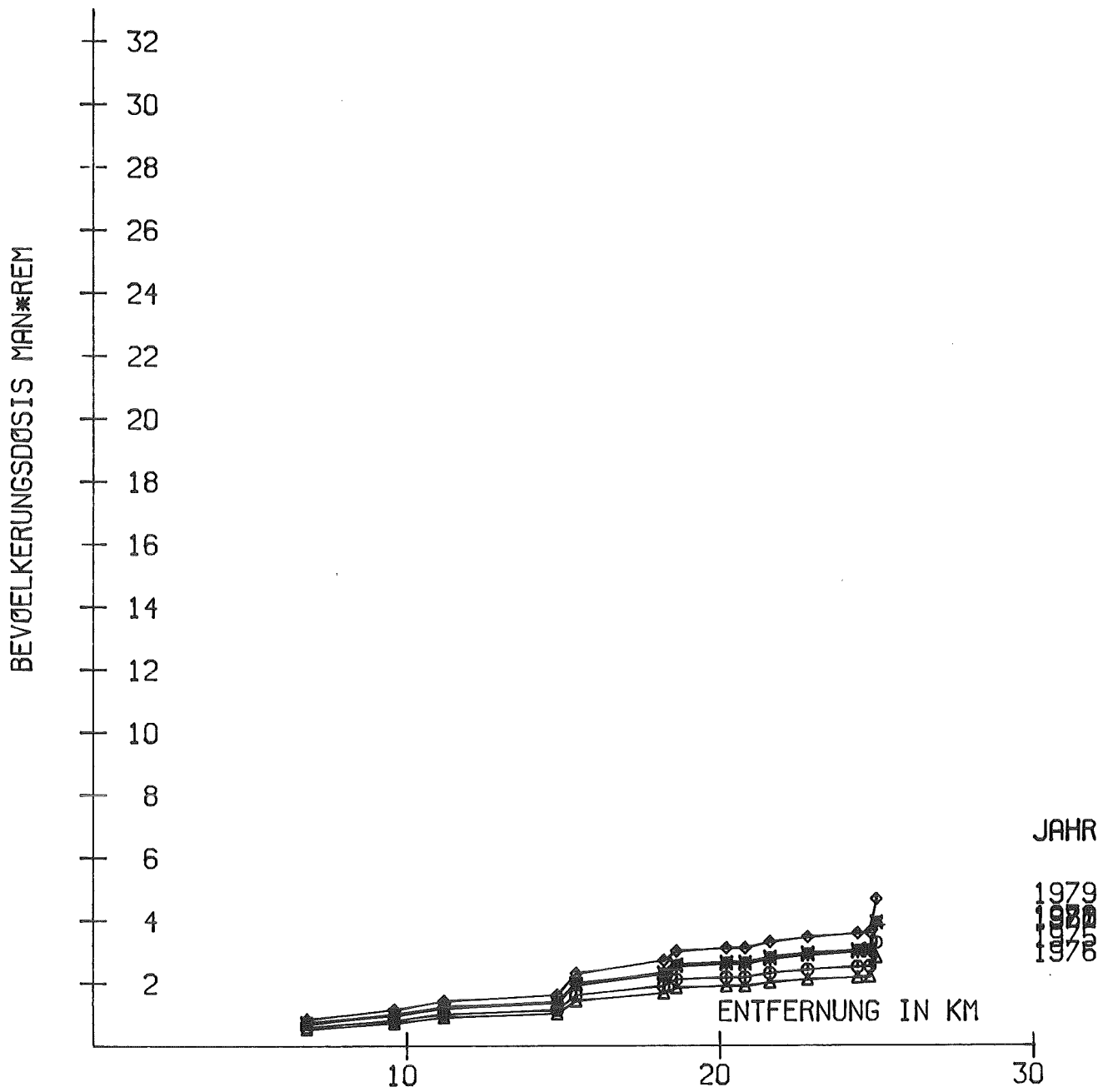


ABB. 25 BEVÖLKERUNGSDÖSIS GEGEN ENTFERNUNG IN SEKTOR 12

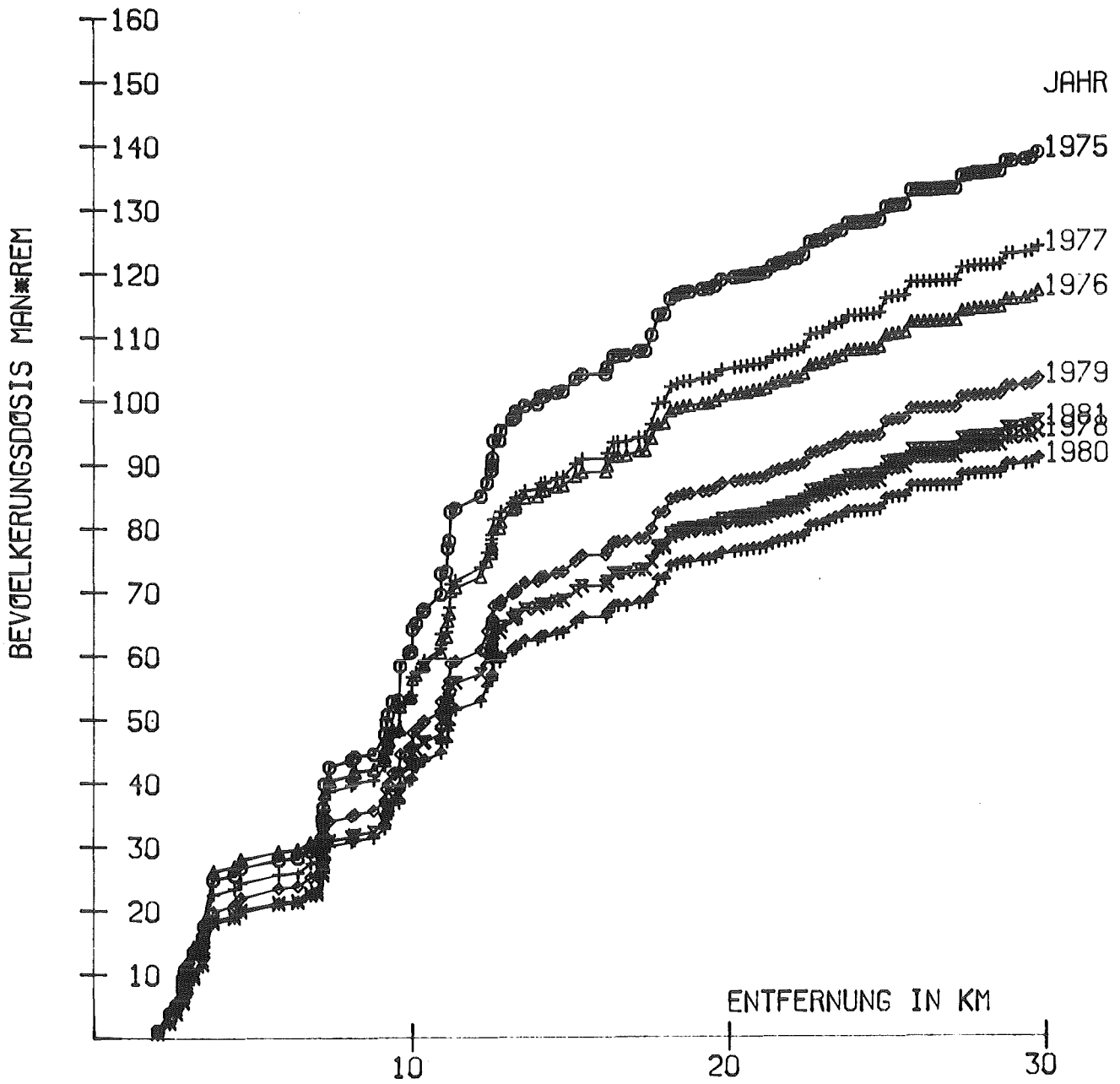


ABB. 26 BEVÖLKERUNGSDOSIS GEGEN ENTFERNUNG

Jahr	Ar-41 Emission [Ci/a]	Kollektiv-Äquivalentdosis [man-rem/a]		normierte Kollektiv-Äquivalentdosis [man-rem/a · Ci]	
		S	S ₁	\bar{d}	\bar{d}_1
1975	95730	130	78	$1,36 \cdot 10^{-3}$	$8,15 \cdot 10^{-4}$
1976	82870	110	66	$1,33 \cdot 10^{-3}$	$7,96 \cdot 10^{-4}$
1977	78800	116	70	$1,47 \cdot 10^{-3}$	$8,83 \cdot 10^{-4}$
1978	65069	89	53	$1,37 \cdot 10^{-3}$	$8,21 \cdot 10^{-4}$
1979	70531	97	58	$1,38 \cdot 10^{-3}$	$8,25 \cdot 10^{-4}$
1980	67128	84	50	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$7,51 \cdot 10^{-4}$
1981	69000	90	54	$1,30 \cdot 10^{-3}$	$7,83 \cdot 10^{-4}$

Tab. 1: Ar-41 Emission mit der Abluft und bis zu einer Entfernung von 25 km verursachte Kollektiv-Äquivalentdosen durch den Betrieb des FR-2 in den Jahren 1975 bis 1981