

DESY A 2.57

Hamburg, den 7.3.60

Dr. Wü/VM

Abschätzung der Schwingungsamplituden für DESY

In der vorliegenden Notiz sind die zu erwartenden Amplituden der radialen und vertikalen Schwingungen an verschiedenen Stellen der Feldperiode zusammengestellt. Es wurden hierbei folgende Anfangsbedingungen bei der Einschußenergie von 40 MeV zu Grunde gelegt:

Als Maximalamplitude der radialen und vertikalen Betatronschwingungen wurde ein Wert von 20 mm angenommen. Für die Synchrotronschwingungen wurde eine maximale Impulsabweichung von 1 % eingesetzt, dies entspricht einem Wert der Sollphase von etwa 30° beim Einschießen. Einer Impulsabweichung von 1 % entspricht eine radiale Synchrotronschwingungsamplitude von 21 mm. Diese Annahmen dürften bei Einhaltung der Spezifikationen für den Linearbeschleuniger sicher nicht überschritten werden.

Die Änderung der Amplituden beider Schwingungen wird neben der adiabatischen Dämpfung, die für das rasche Abklingen der Amplituden im Bereich bis zu etwa 300 MeV verantwortlich ist, besonders durch die Wirkung der von den Elektronen ausgesandten Strahlung beeinflusst. Bekanntermaßen werden die vertikalen Betatronschwingungen und die Synchrotronschwingungen durch die Strahlung gedämpft, während für die radialen Betatronschwingungen eine Entdämpfung auftritt. Außerdem geben die Fluktuationen durch die Quantenstruktur der Strahlung Veranlassung zur Entstehung von Zusatzamplituden, die von den Anfangswerten unabhängig sind. Der Entdämpfung der radialen Betatronschwingungen kann durch eine Kopplung dieser Schwingungen mit den gedämpften vertikalen Betatronschwingungen entgegen gewirkt werden. Eine solche Kopplung zwischen den beiden Schwingungen kann durch Quadrupollinsen hervorgerufen werden, deren Hauptebene um 45° gegen die Mittelebene des Beschleunigers gedreht ist. Will man die Entdämpfung der radialen Betatronschwingungen auf einen bestimmten Bruchteil ihres normalen Wertes herabsetzen, so hängt die Stärke der hierzu erforderlichen Quadrupollinsen nur von der Differenz zwischen den Frequenzen der beiden Betatronschwingungen ab. Um die Entdämpfung auf ein Fünftel ihres Normalwertes herabzusetzen, benötigt man für 7,5 GeV im ungünstigsten Fall ($Q_r - Q_z = 0,4$) bei einem Feldgradienten von 400 Gauss/cm Linsen mit einer Gesamtlänge von etwa 5 m.

Die im folgenden zusammengestellten Kurven zeigen die radialen und vertikalen Gesamtamplituden als Funktion der Energie für verschiedene Aussteuerungen des Magneten. Die in den Zeichnungen angeführte Maximalenergie E_{\max} ist die dem Maximum des Magnetfeldes ent-

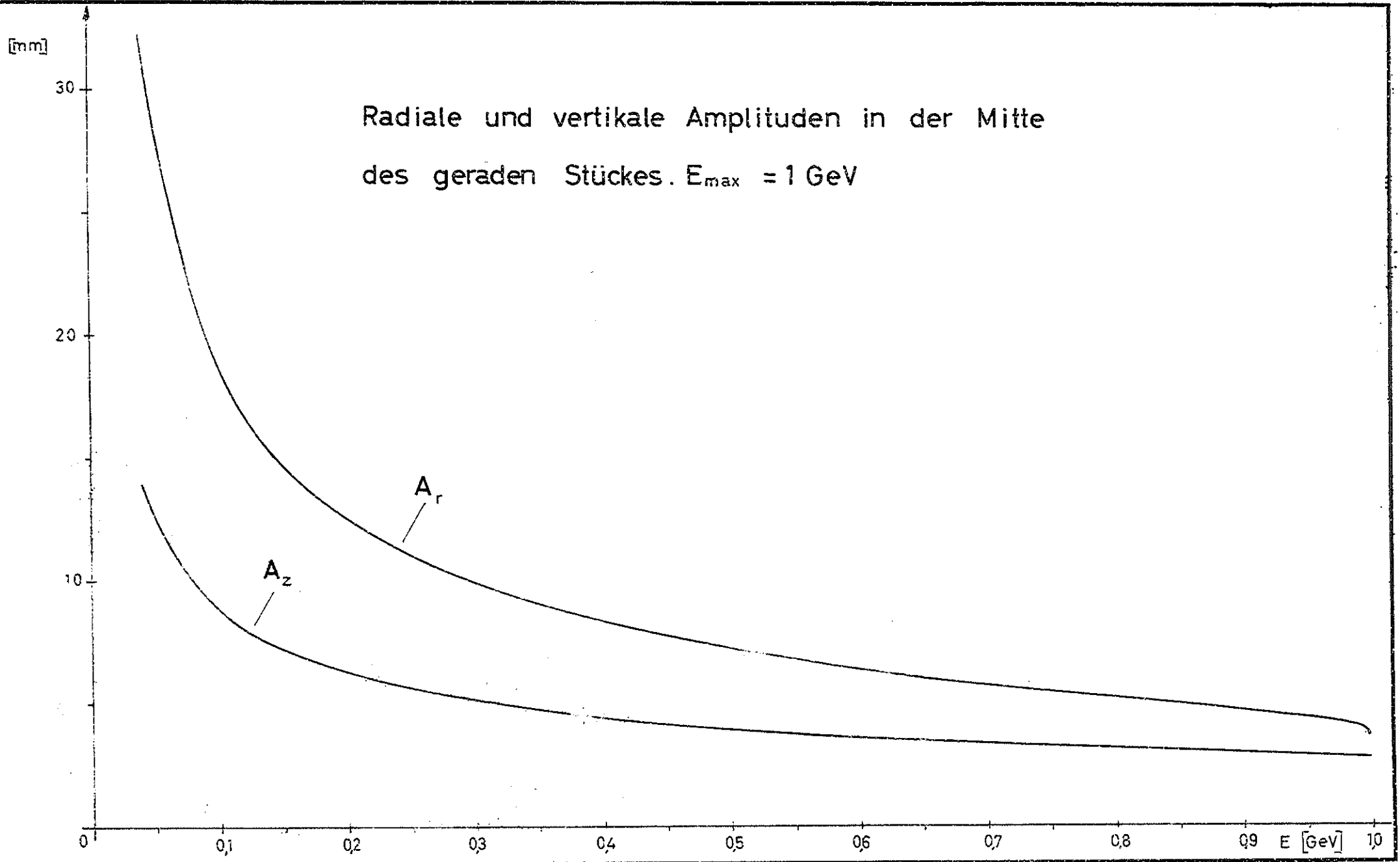
sprechende Teilchenenergie. Für diese Energie wurden Werte von 1 GeV bis 7,8 GeV eingesetzt. Die Schwingungsamplituden wurden hierbei immer über das Maximum hinweg berechnet. In allen Fällen wurde die gleiche Annahme über den Verlauf der Sollphase während des Beschleunigungsvorganges gemacht, und zwar wurde für die Sollphase ein linearer Verlauf über der Zeit von 30° beim Einschießen bis 45° bei der Maximalenergie angenommen. Änderungen im Verlauf der Sollphase zwischen diesen festen Werten dürften nur sehr geringfügige Änderungen in den Ergebnissen zur Folge haben.

Neben dem Verlauf der Amplituden in der normalen Maschine wurden die Amplituden noch für den Fall berechnet, daß die Entdämpfung der radialen Betatronschwingung durch Quadrupollinsen auf ein Fünftel ihres normalen Wertes herabgesetzt wird. Die Unterschiede zwischen beiden Fällen werden für die radiale Amplitude erst bei einer Maximalenergie von 4 GeV merklich; wie aus den berechneten Kurven hervorgeht, findet eine stärkere Herabsetzung der radialen Schwingungsamplituden erst bei Maximalenergien von mindestens 6 GeV statt.

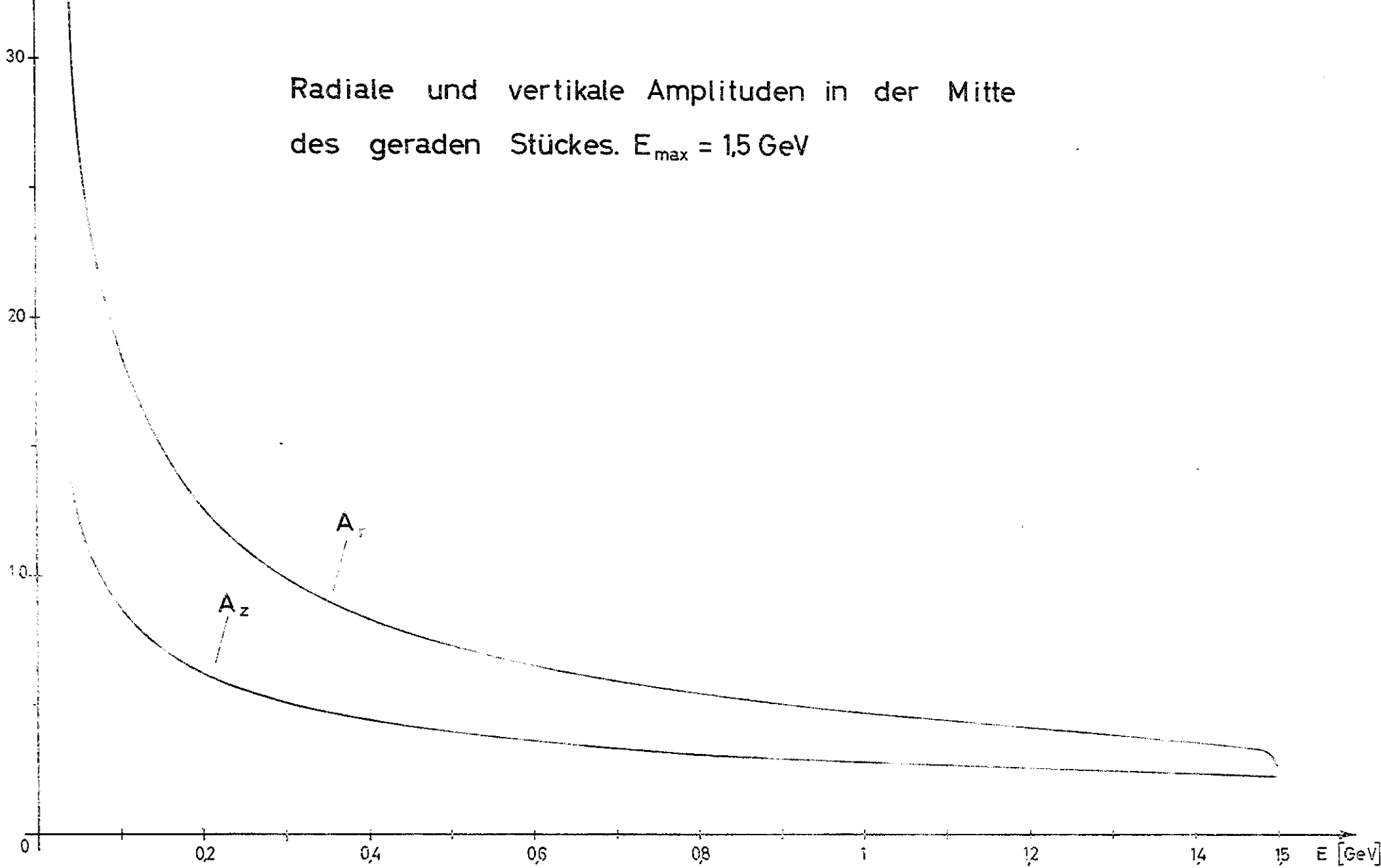
Die numerischen Rechnungen wurden auf der Rechenanlage IBM 650 des Instituts für angewandte Mathematik der Universität Hamburg durchgeführt. Für die Durchführung der Rechnungen danke ich Herrn Holzhausen und Fräulein Jorjan, für die Anfertigung der Zeichnungen habe ich Fräulein Neckels zu danken.

Dr. Wüster

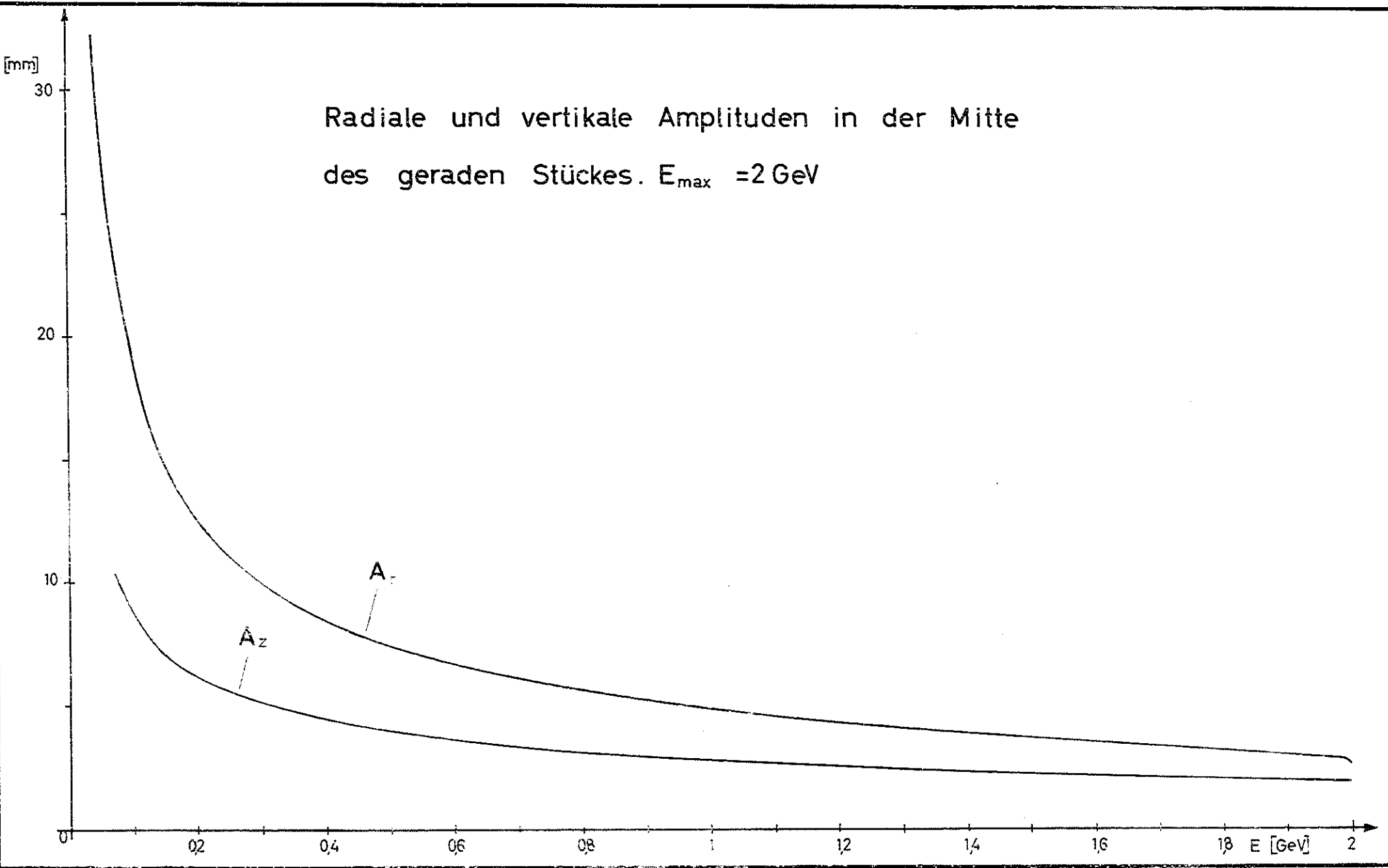
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 1 \text{ GeV}$



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 1,5 \text{ GeV}$



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 2 \text{ GeV}$



[mm]

30

20

10

0

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 2,5 \text{ GeV}$

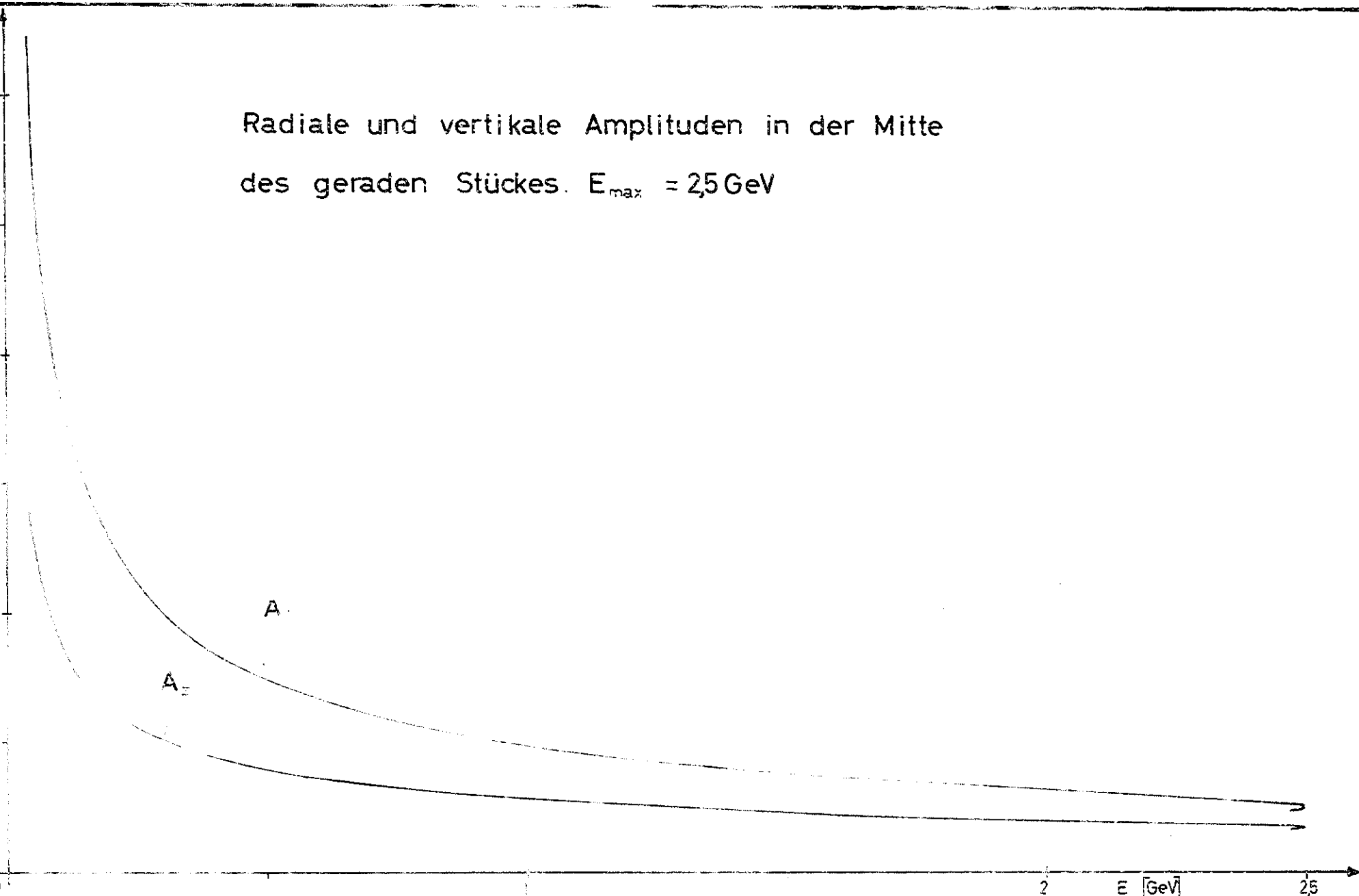
A

A_r

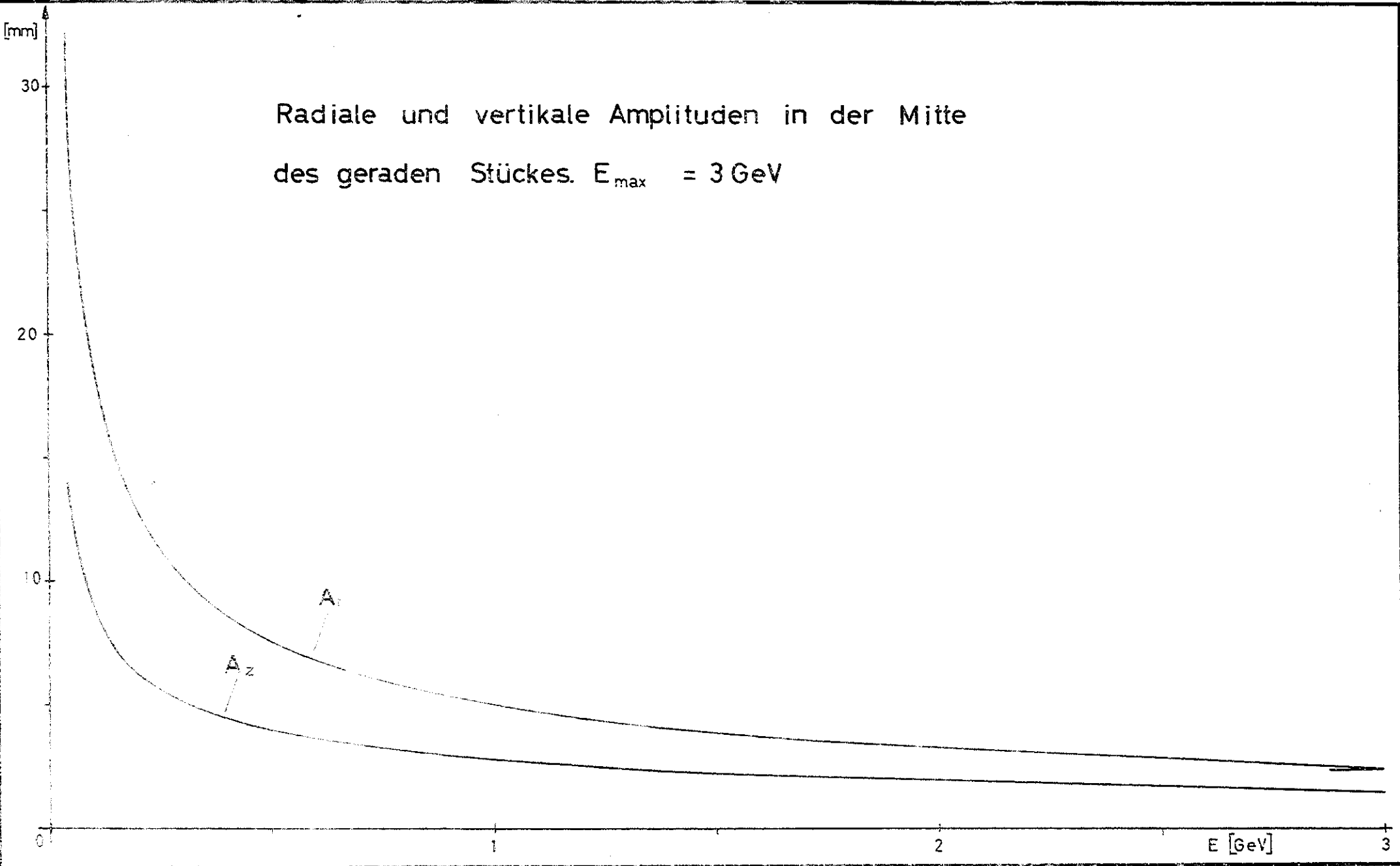
2

E [GeV]

25

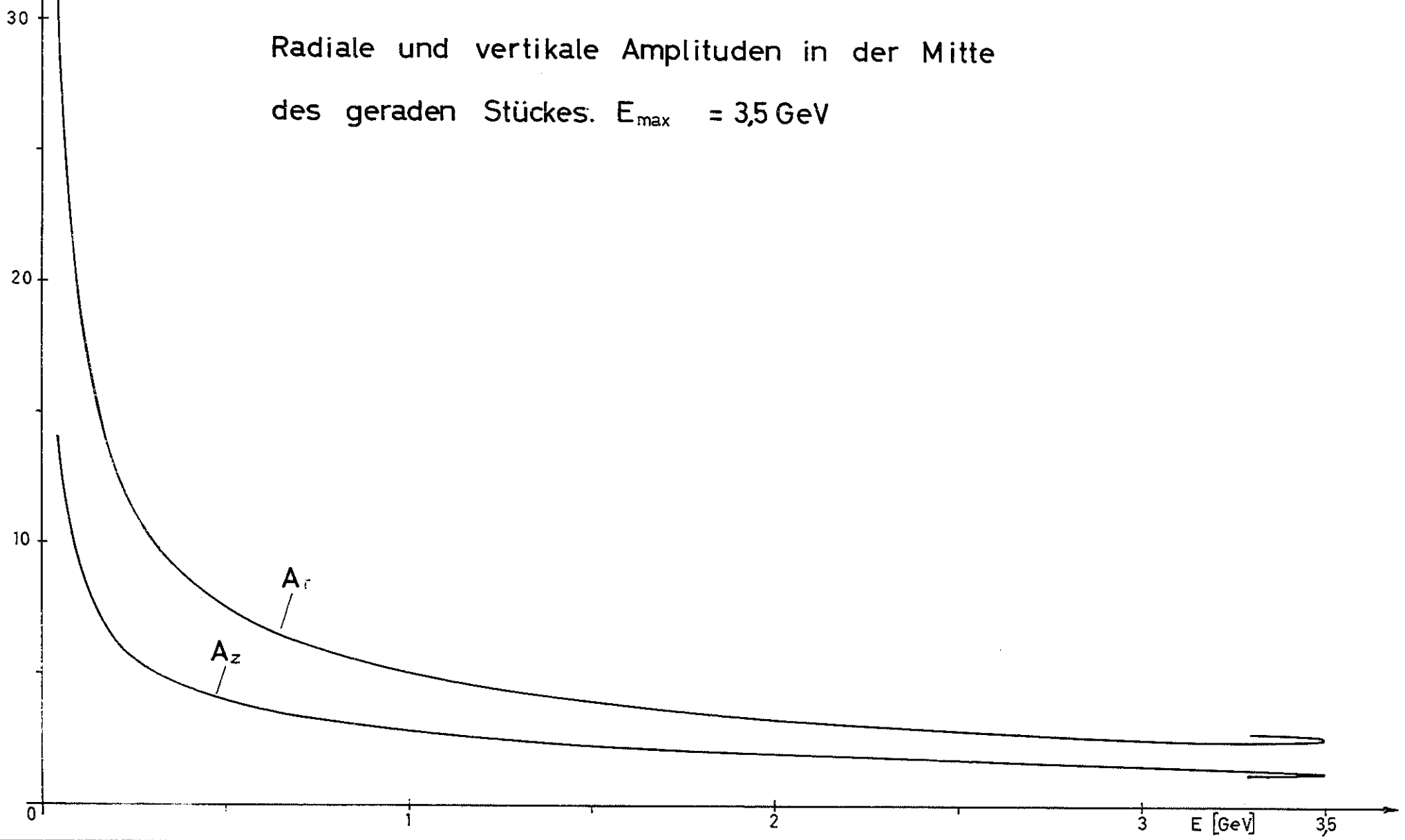


Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 3 \text{ GeV}$



[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 3,5 \text{ GeV}$



[mm]

30

20

10

0

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 4 \text{ GeV}$

A_r

A_z

E [GeV]

4

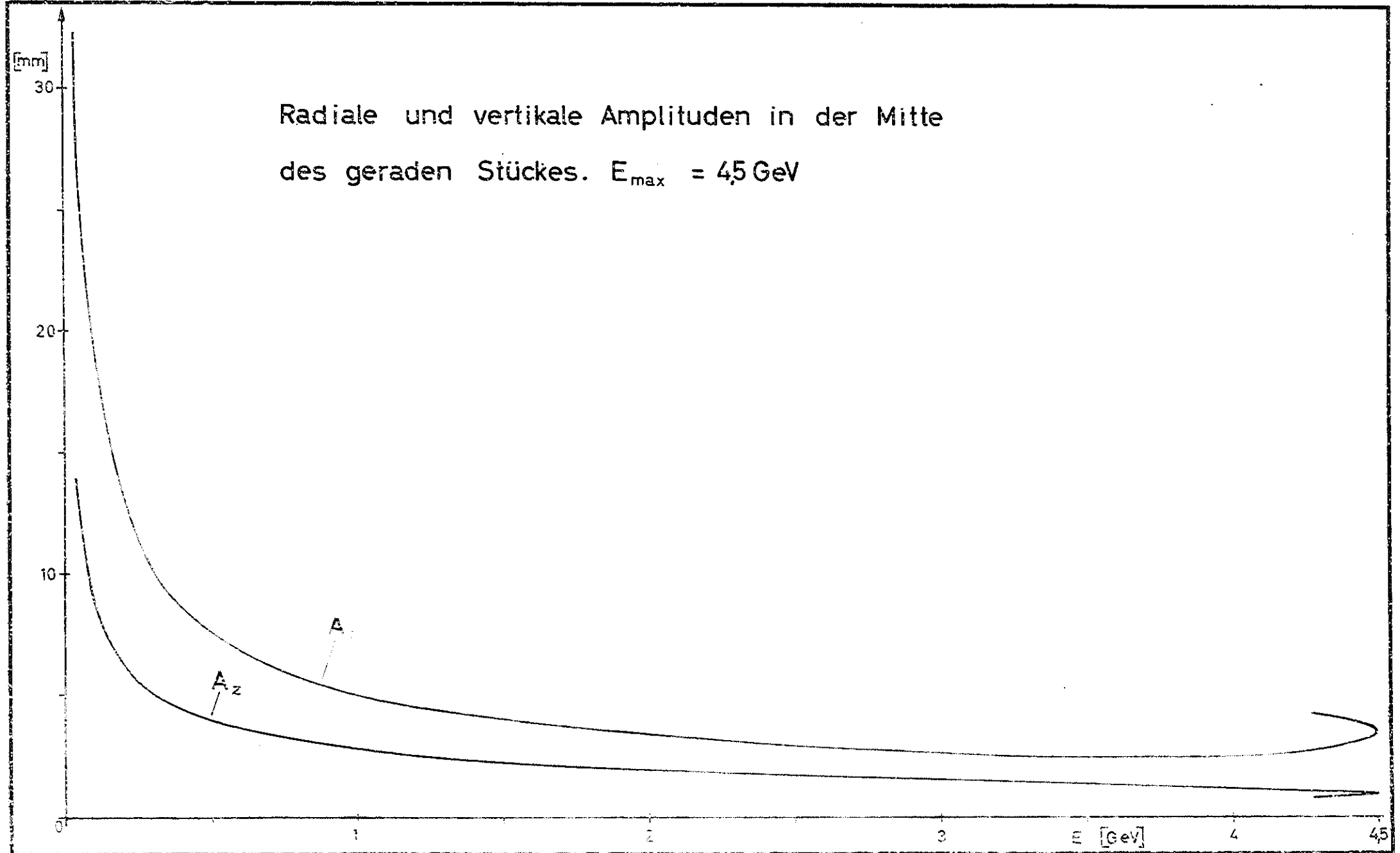
0

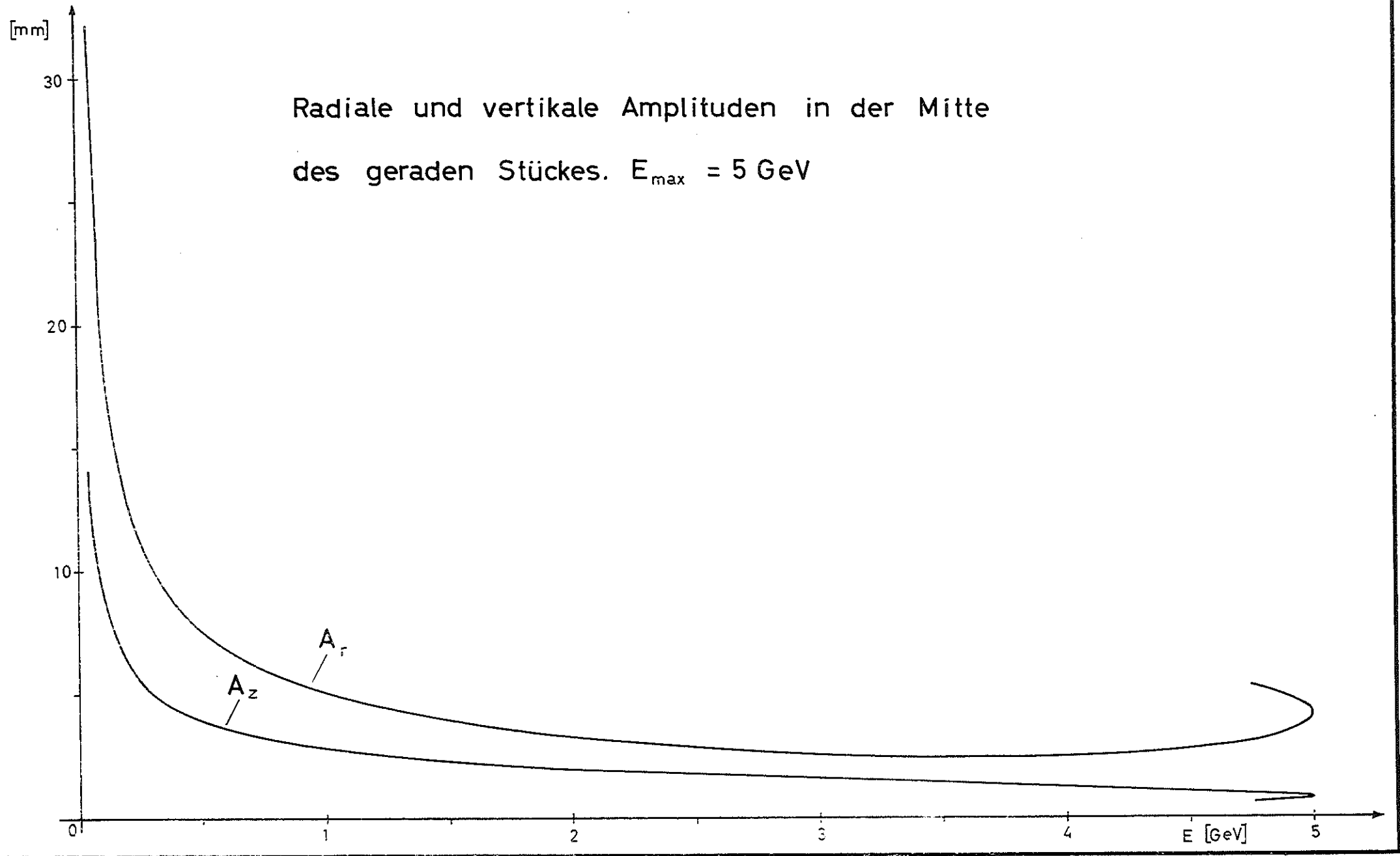
1

2

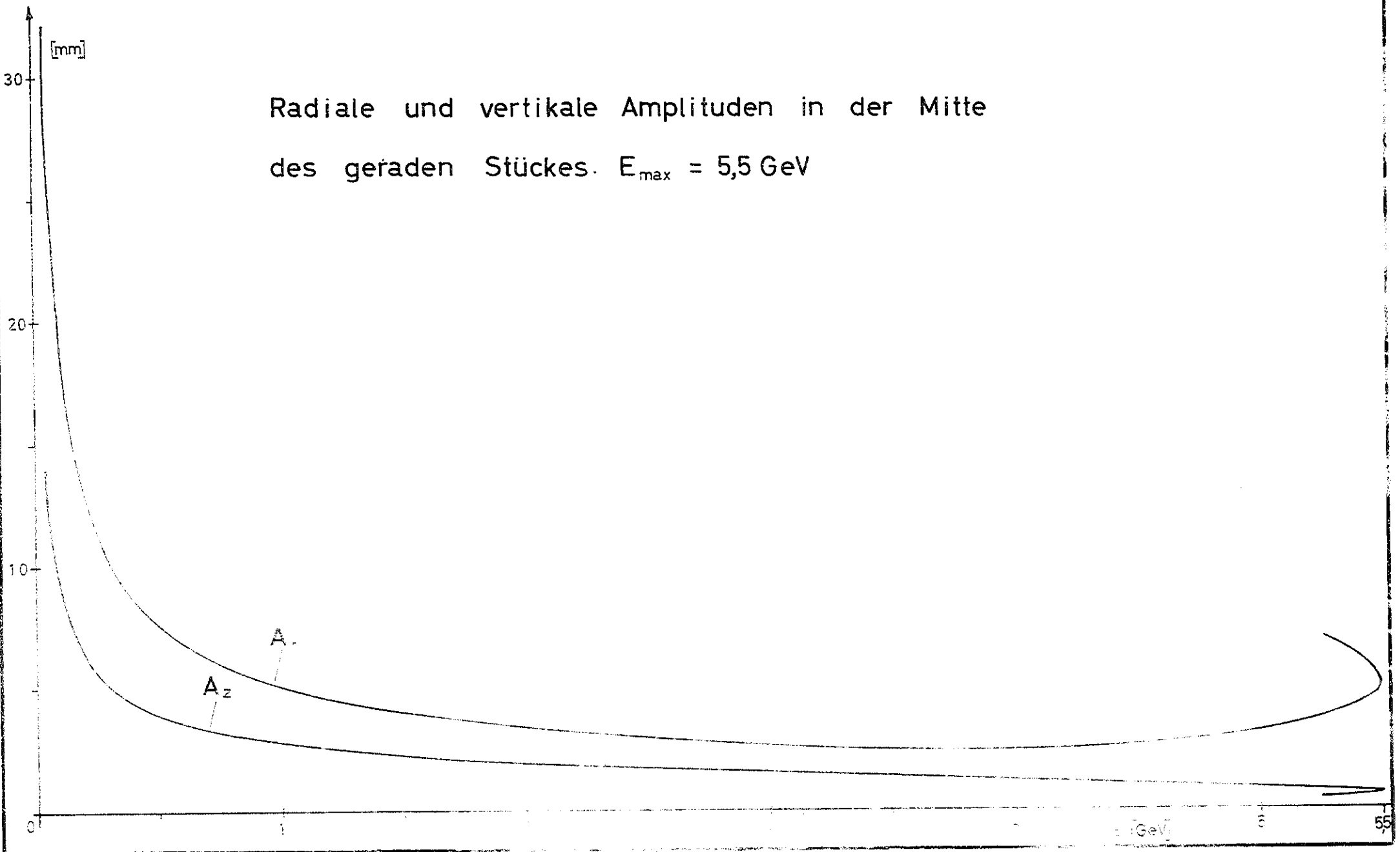
3

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 4,5 \text{ GeV}$





Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 5,5 \text{ GeV}$



[mm]

30

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 6 \text{ GeV}$

20

10

0

1

2

3

4

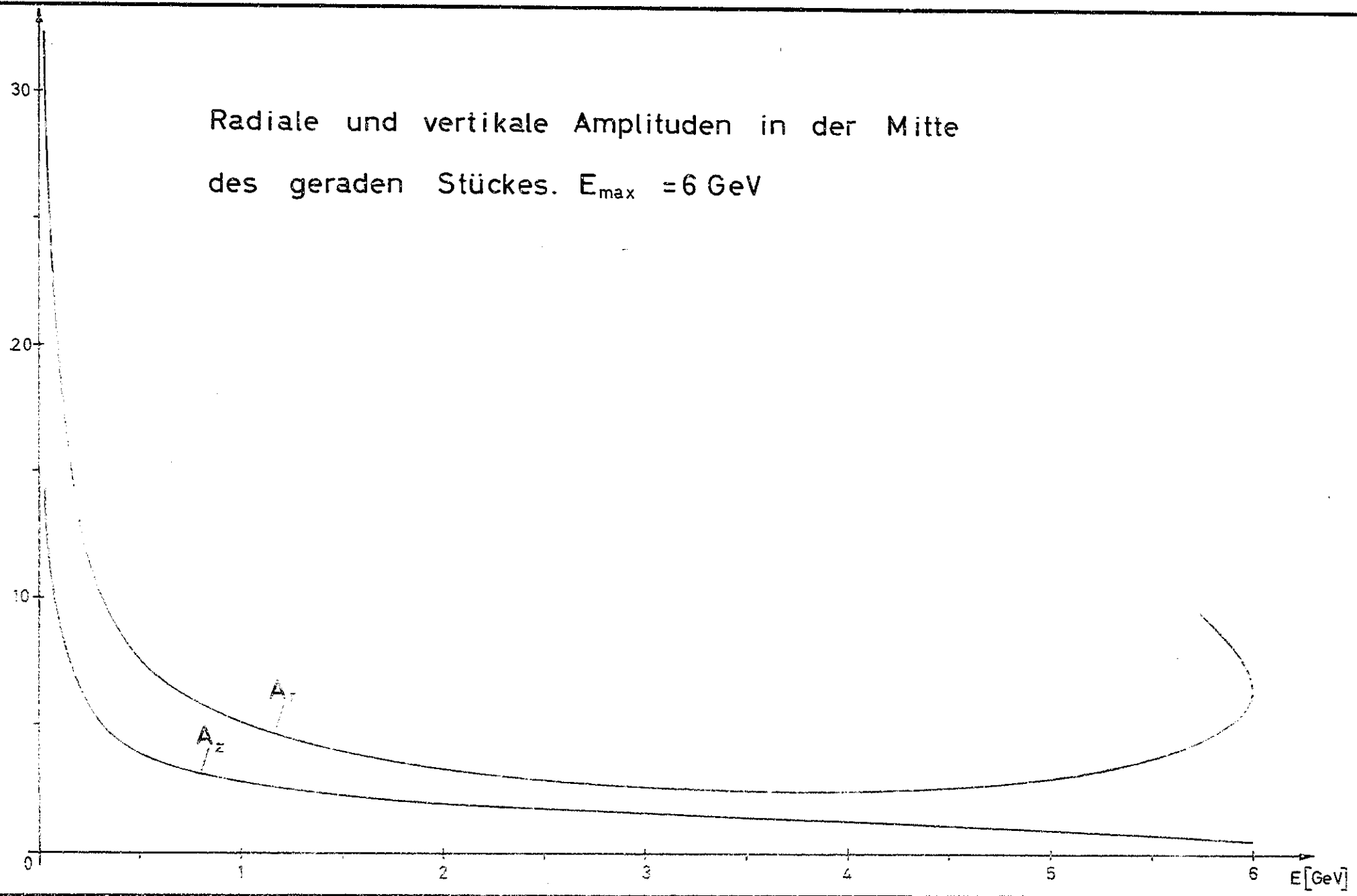
5

6

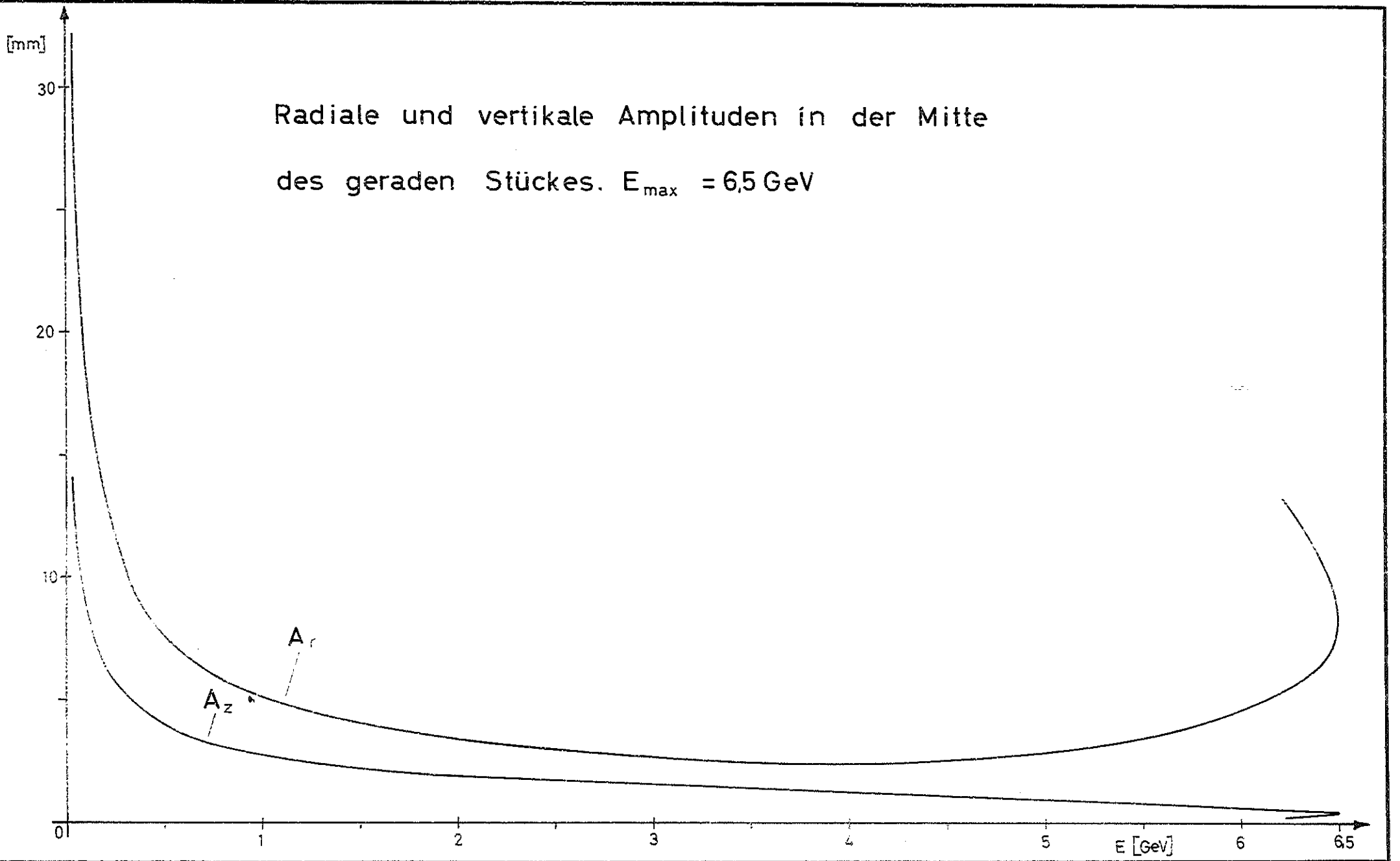
E [GeV]

A_z

A_r



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 6,5 \text{ GeV}$



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 7 \text{ GeV}$

[mm]

30

20

10

0

2

3

4

5

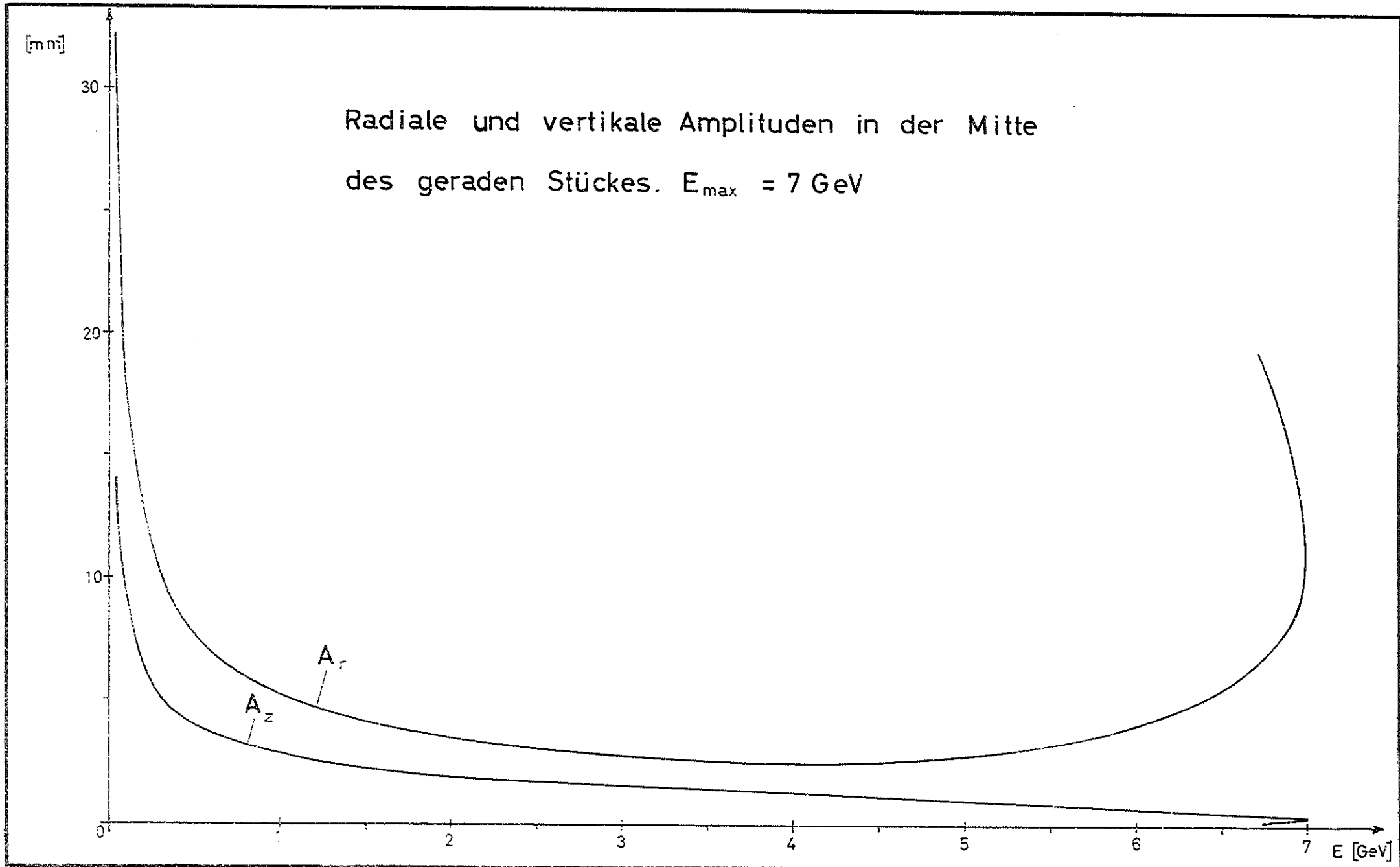
6

7

E [GeV]

A_z

A_r



[mm]

30

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 7,5 \text{ GeV}$

20

10

0

A_z

A_r

1

2

3

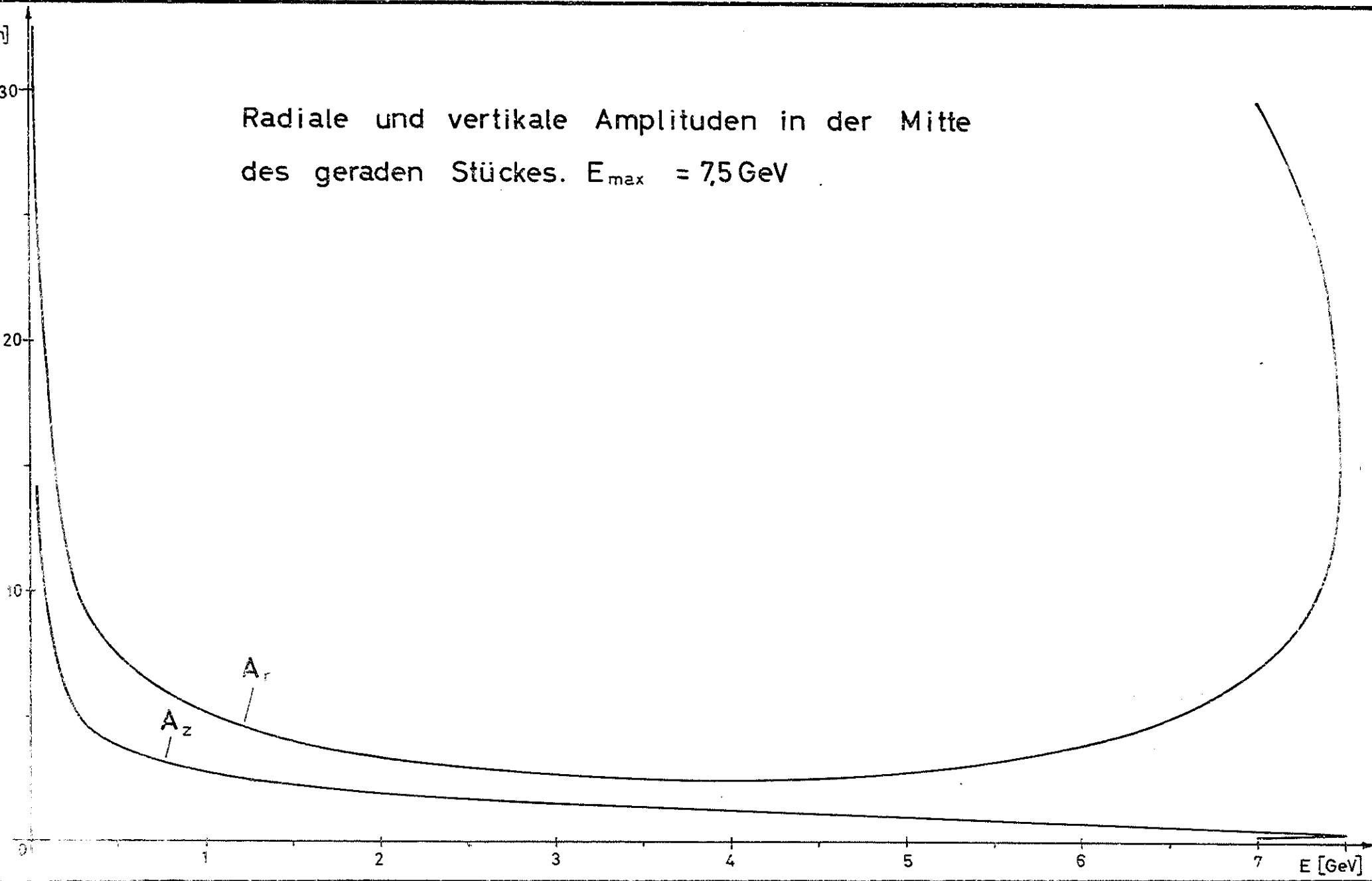
4

5

6

7

E [GeV]



[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes. $E_{\max} = 7,8 \text{ GeV}$

30

20

10

0

1

2

3

4

5

6

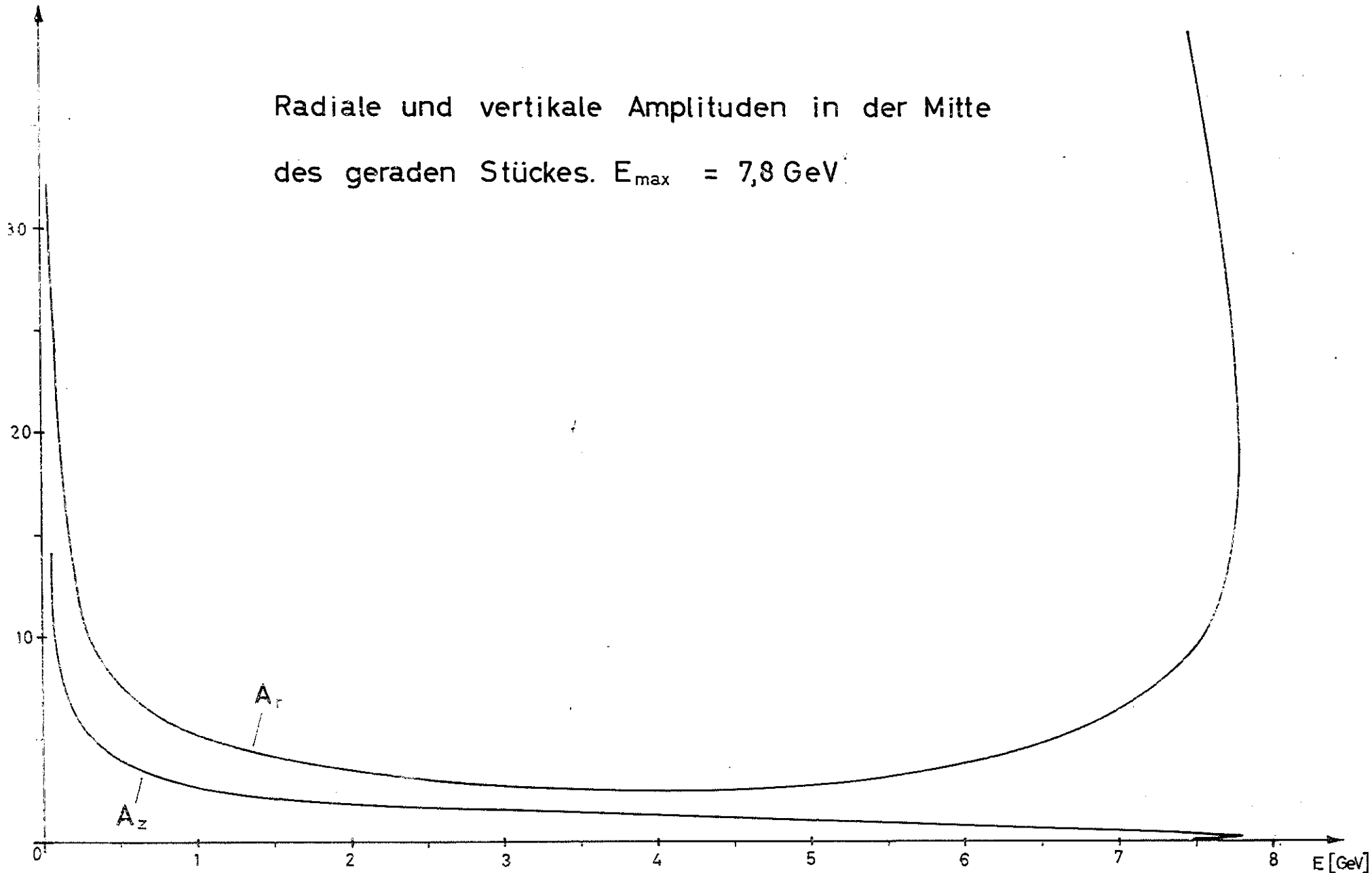
7

8

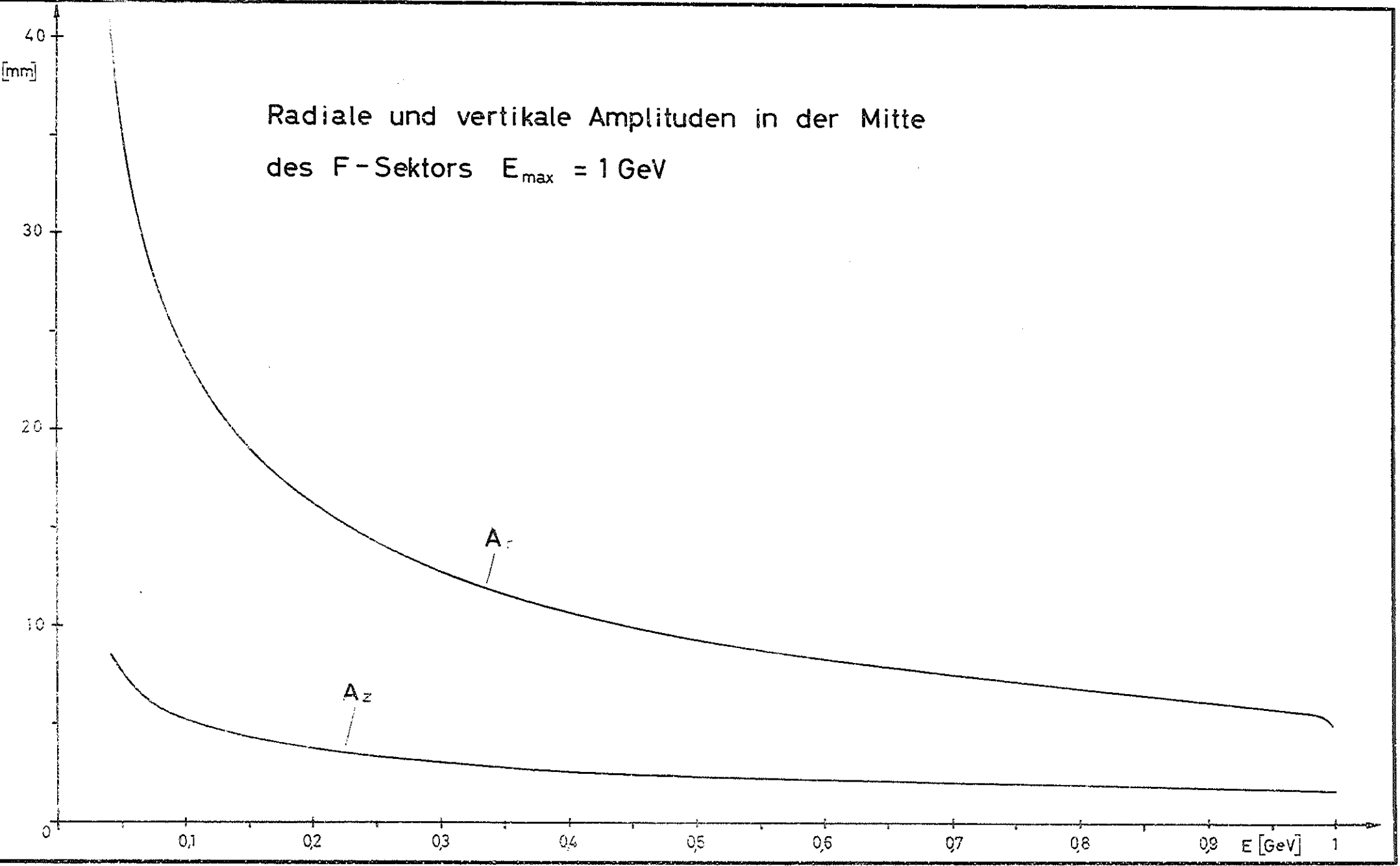
E [GeV]

A_z

A_r

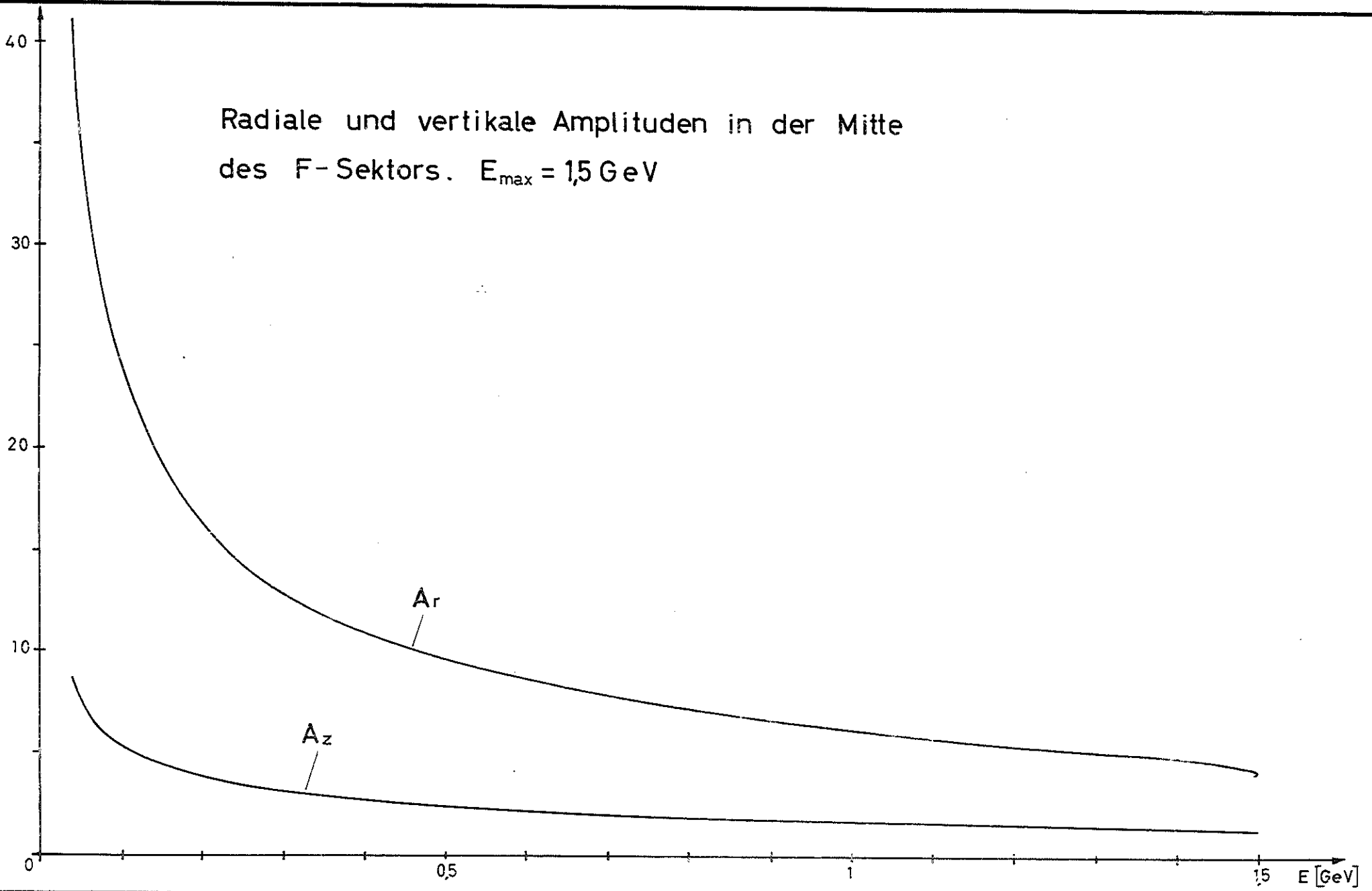


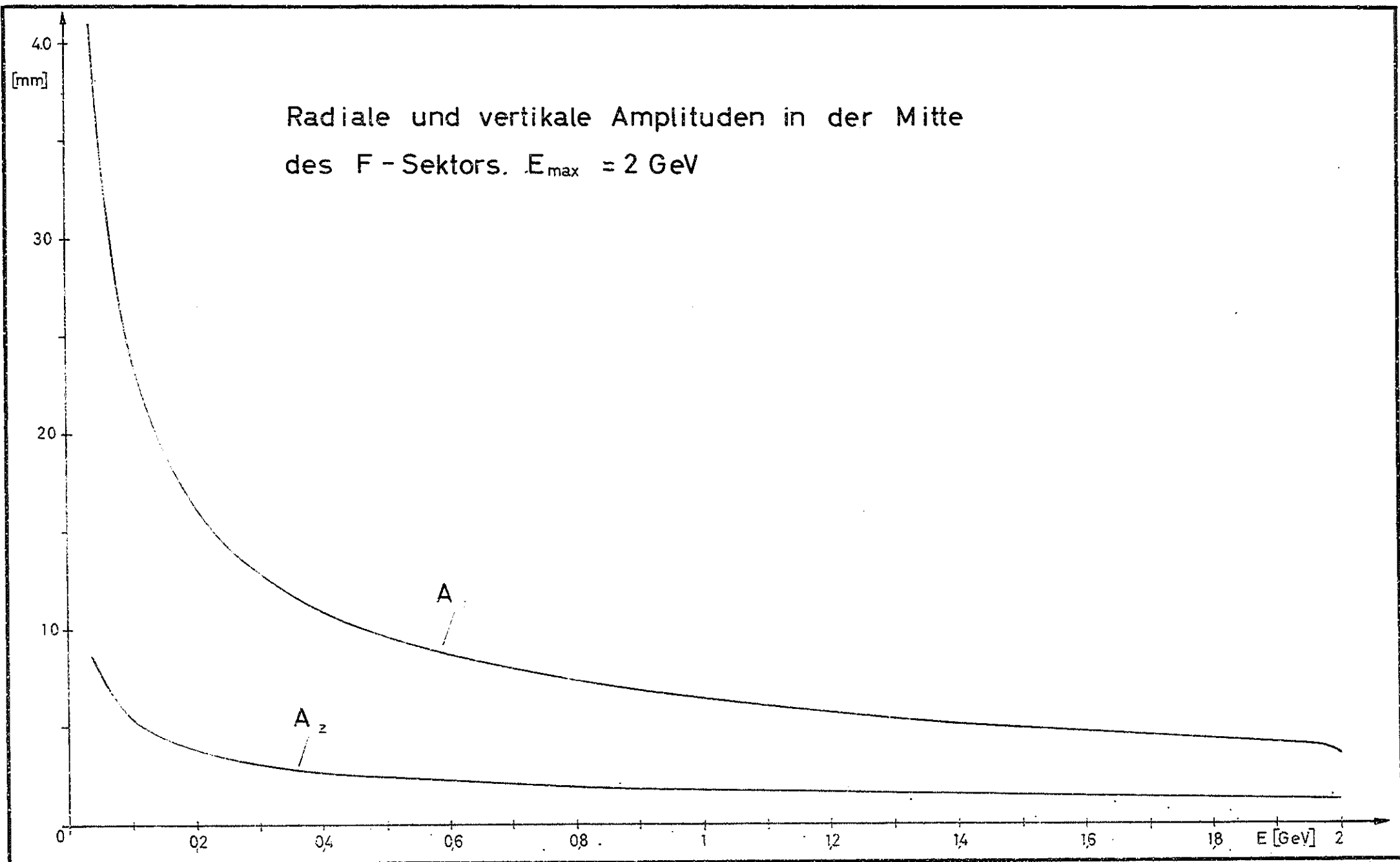
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors $E_{\max} = 1 \text{ GeV}$

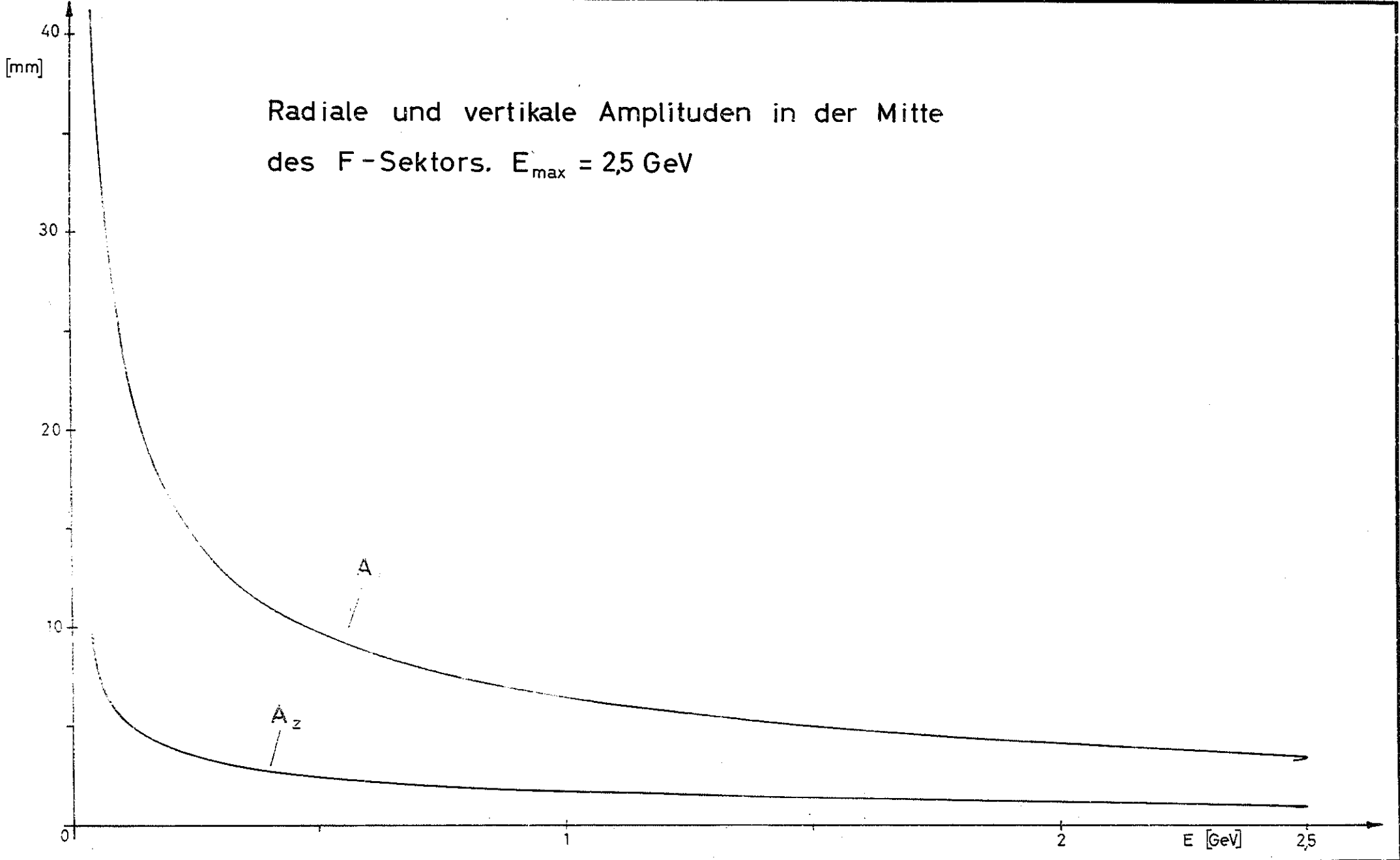


[mm]

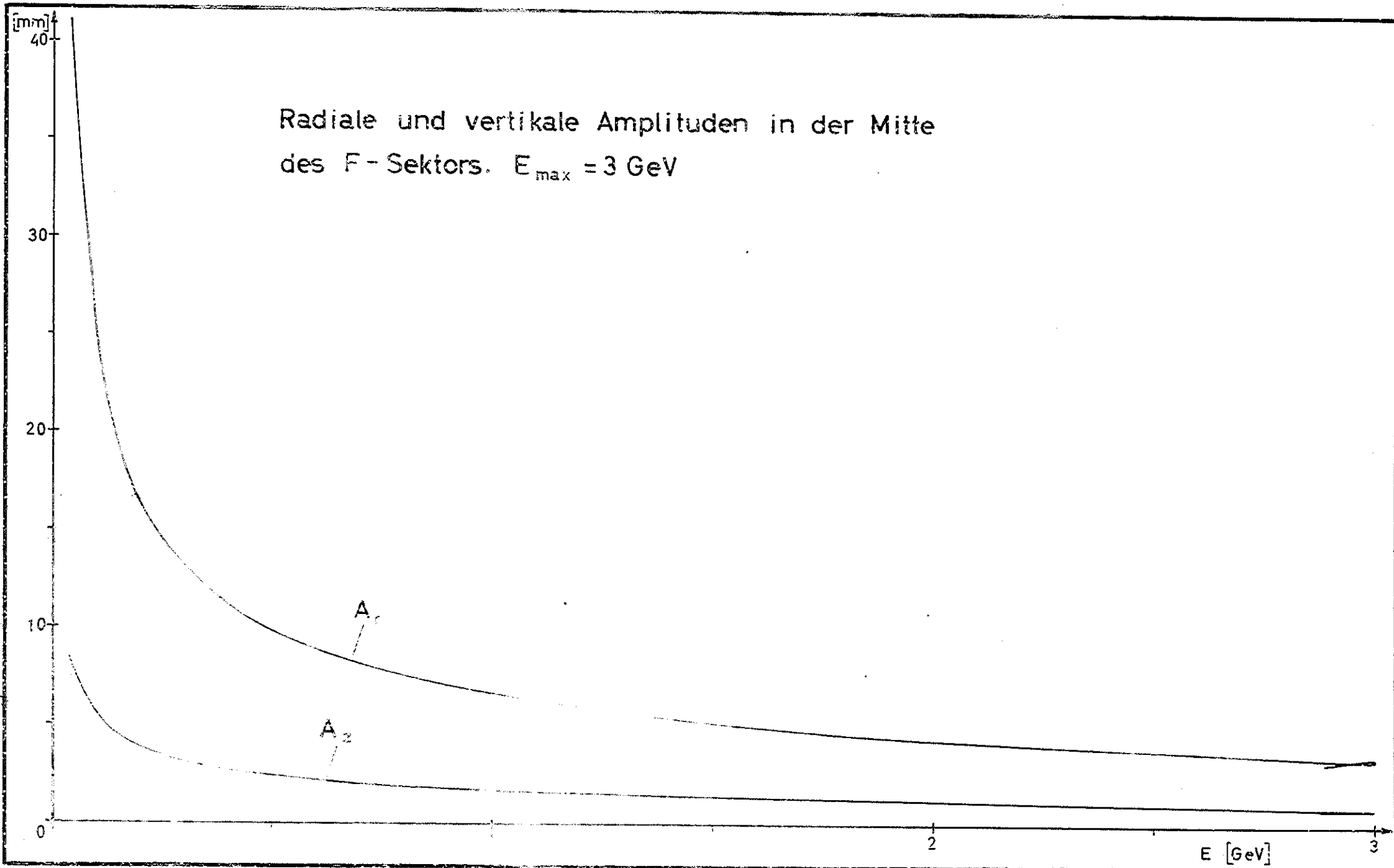
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors. $E_{\max} = 1,5 \text{ GeV}$



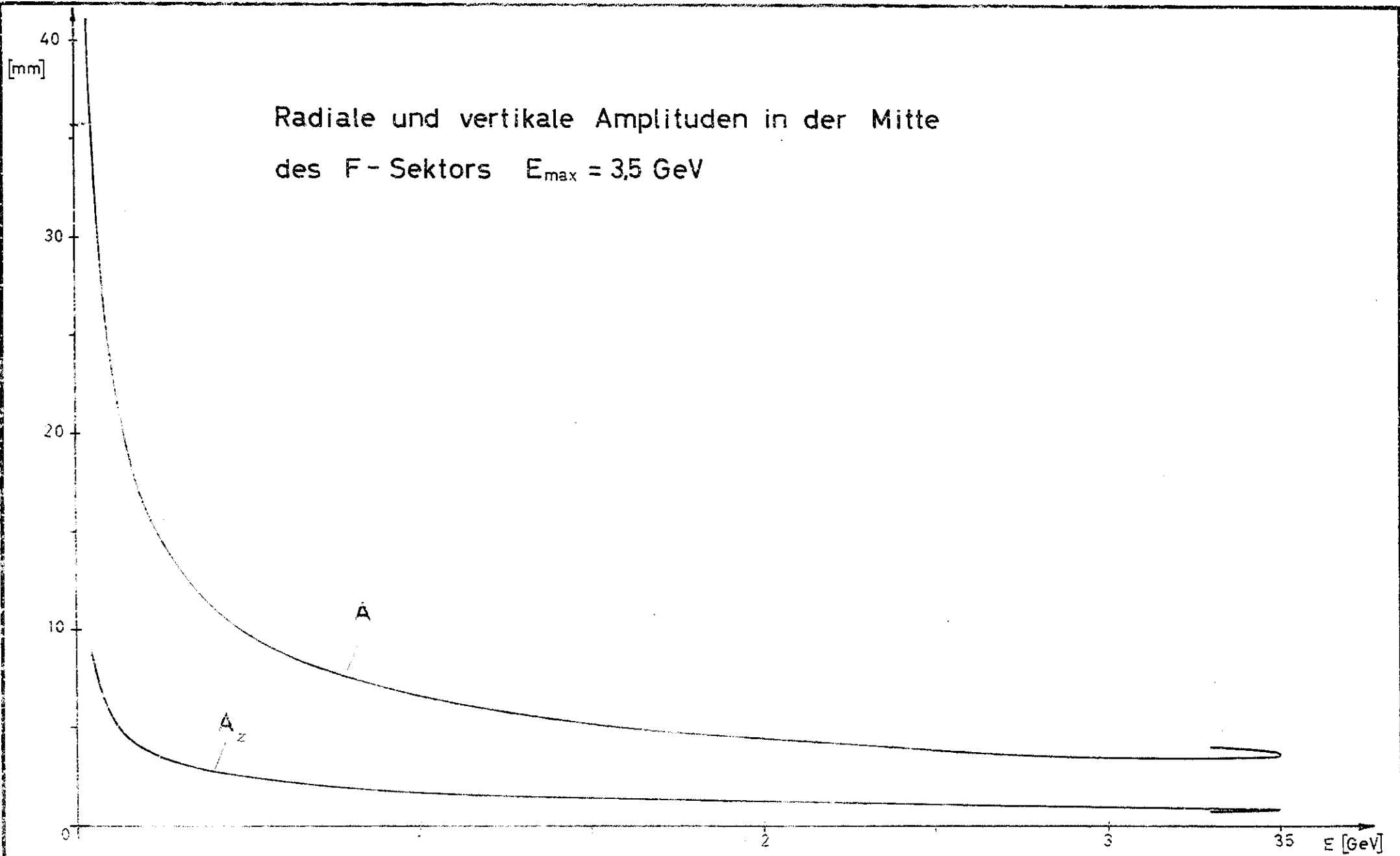




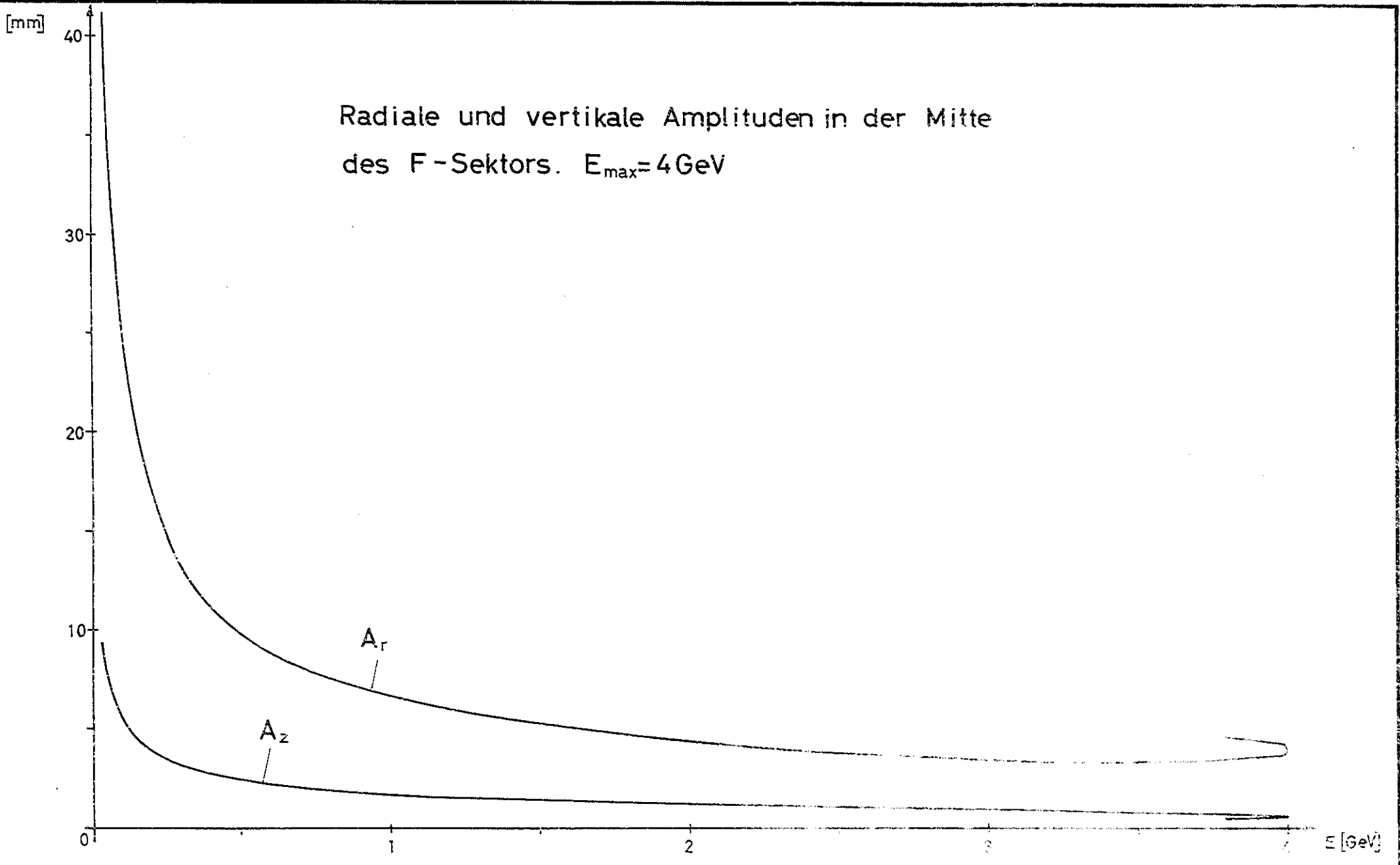
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors. $E_{\max} = 3 \text{ GeV}$



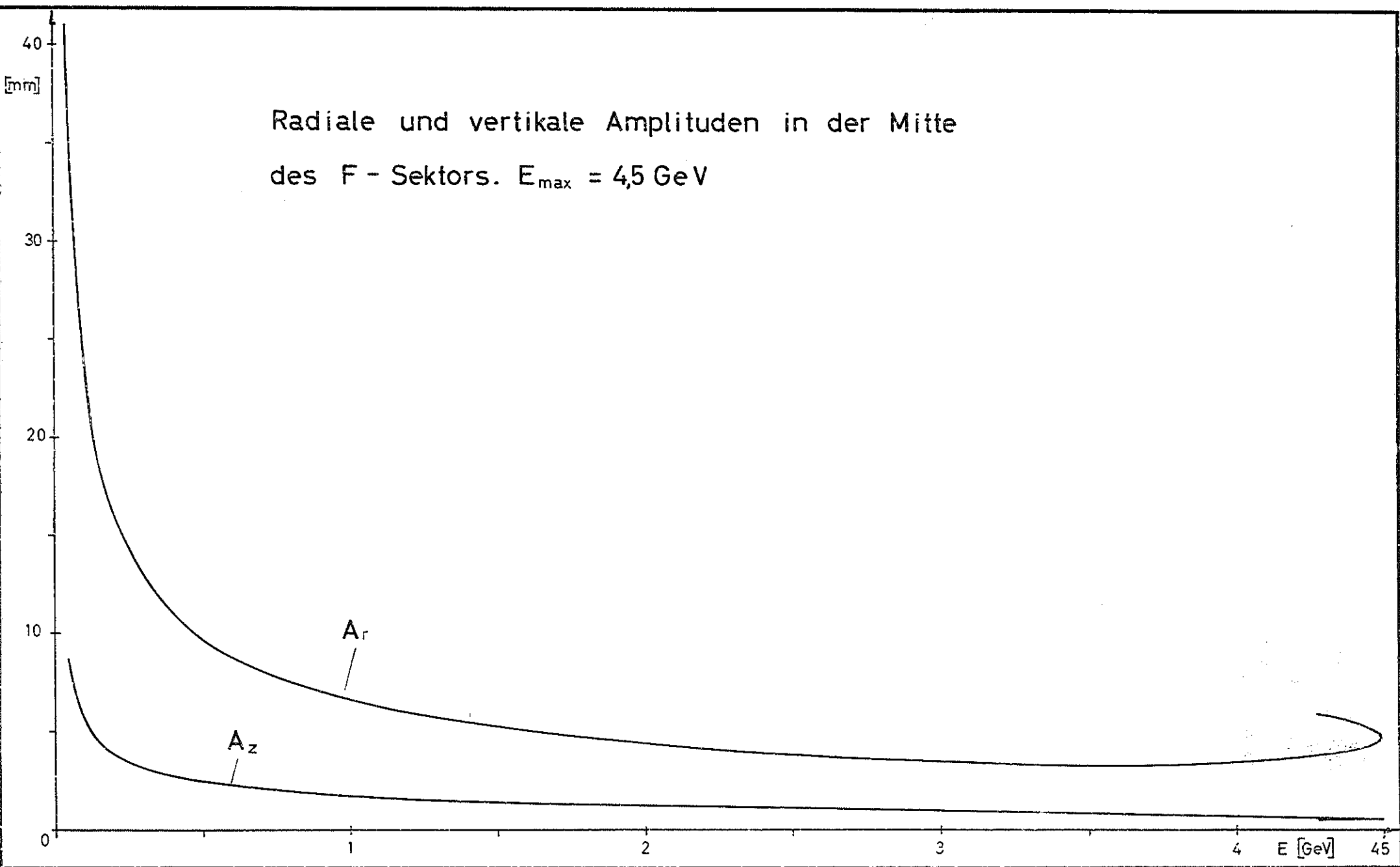
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors $E_{\max} = 3,5 \text{ GeV}$



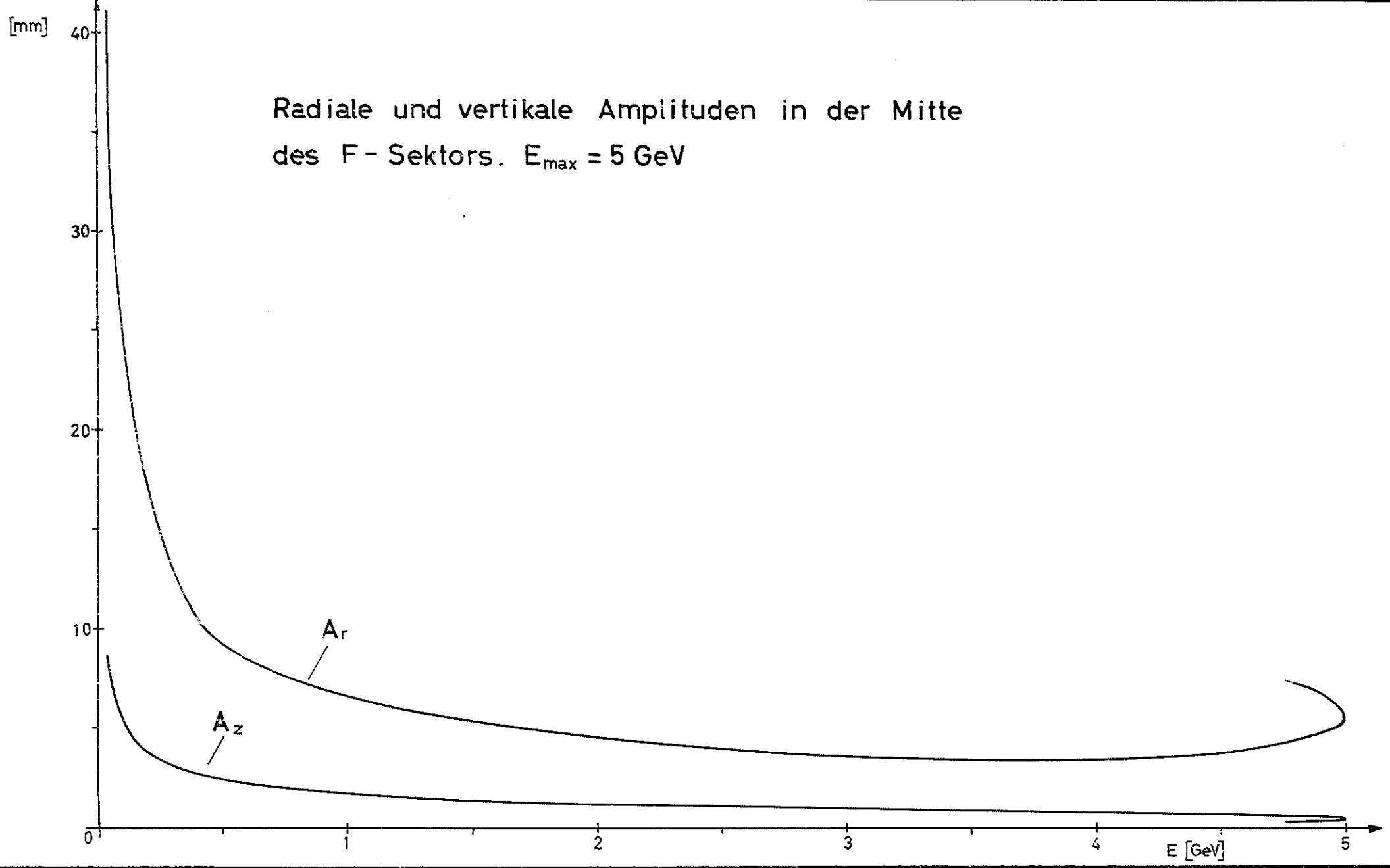
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors. $E_{\max} = 4 \text{ GeV}$



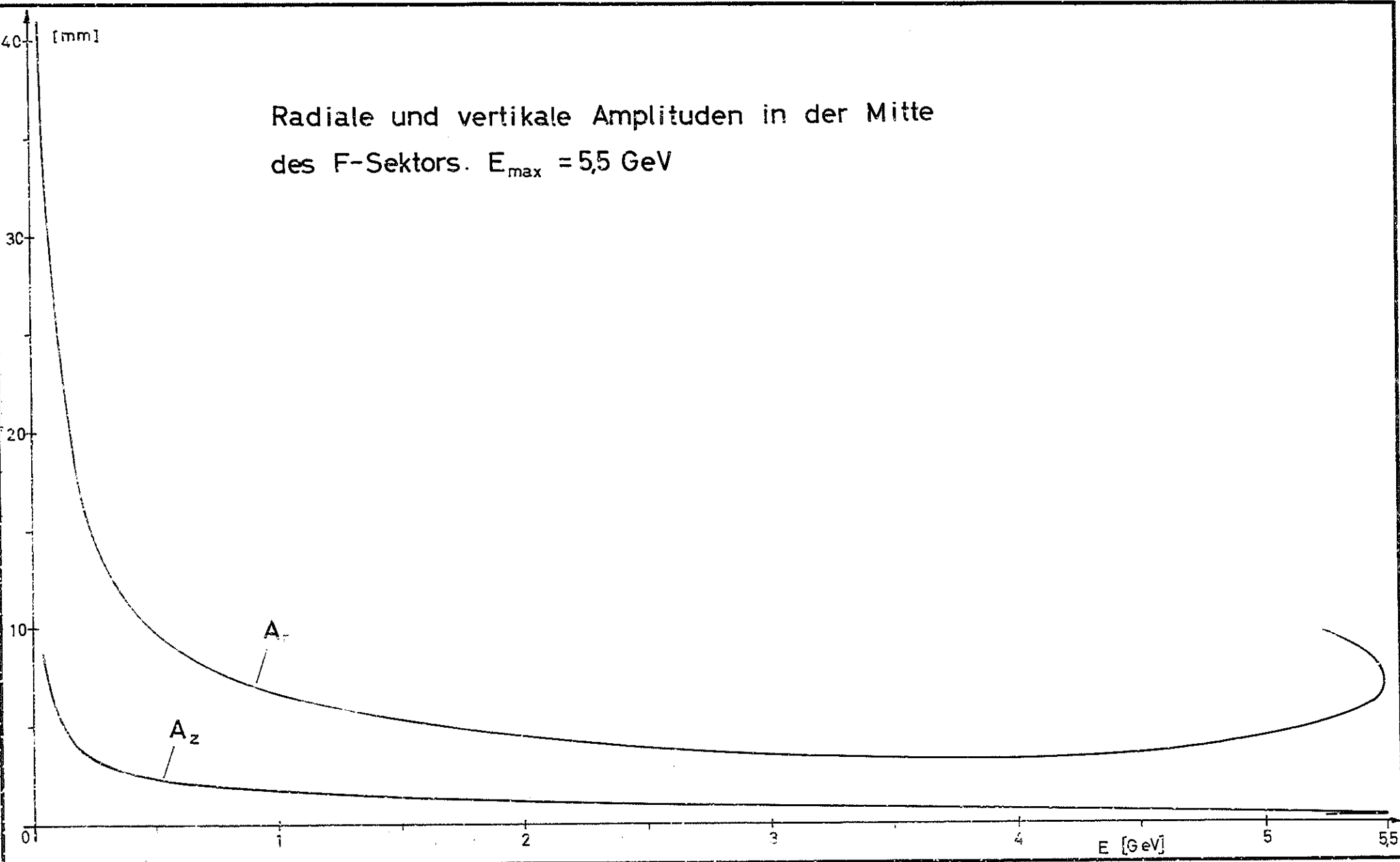
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F - Sektors. $E_{\max} = 4,5 \text{ GeV}$



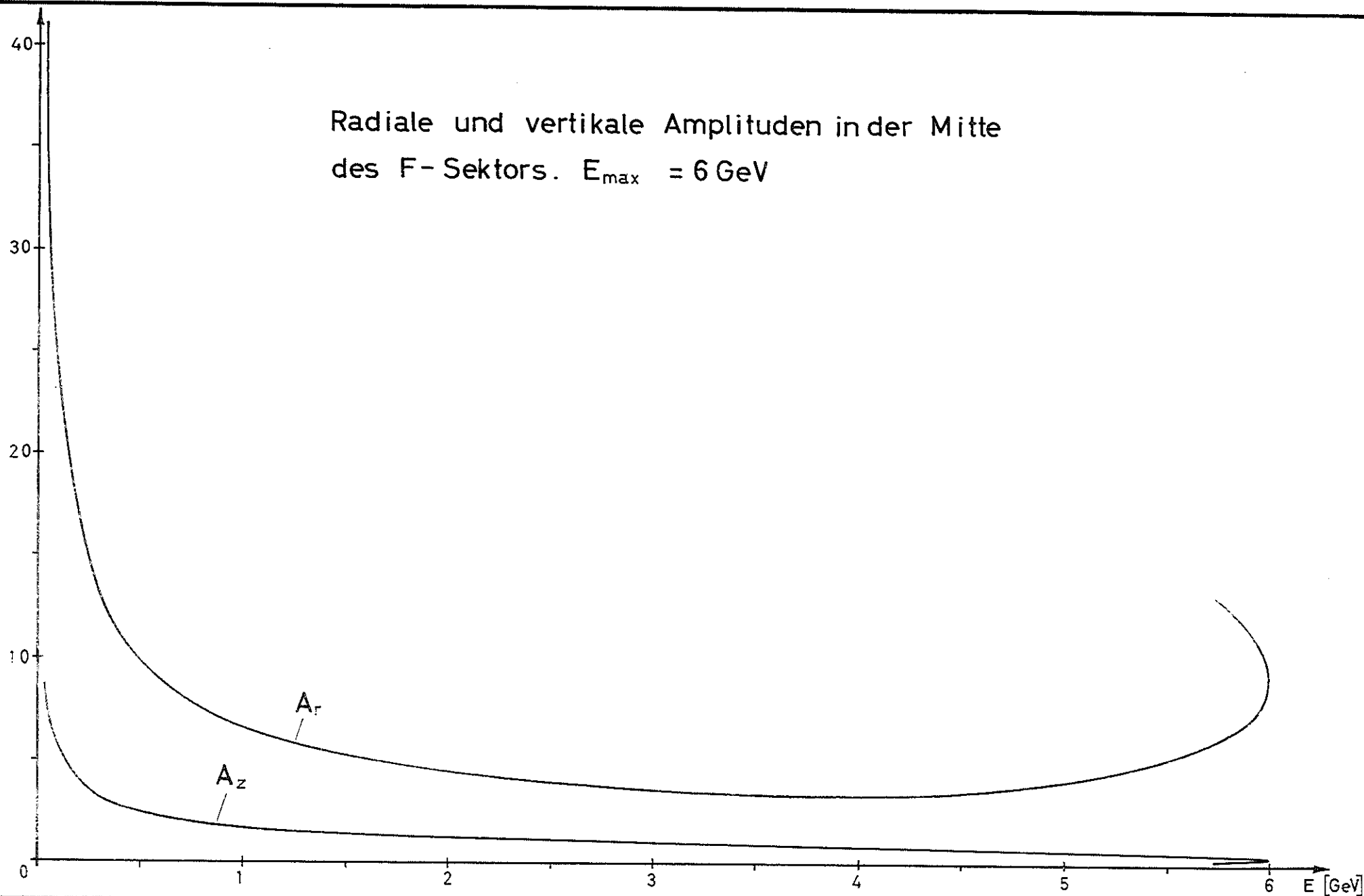
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors. $E_{\max} = 5 \text{ GeV}$

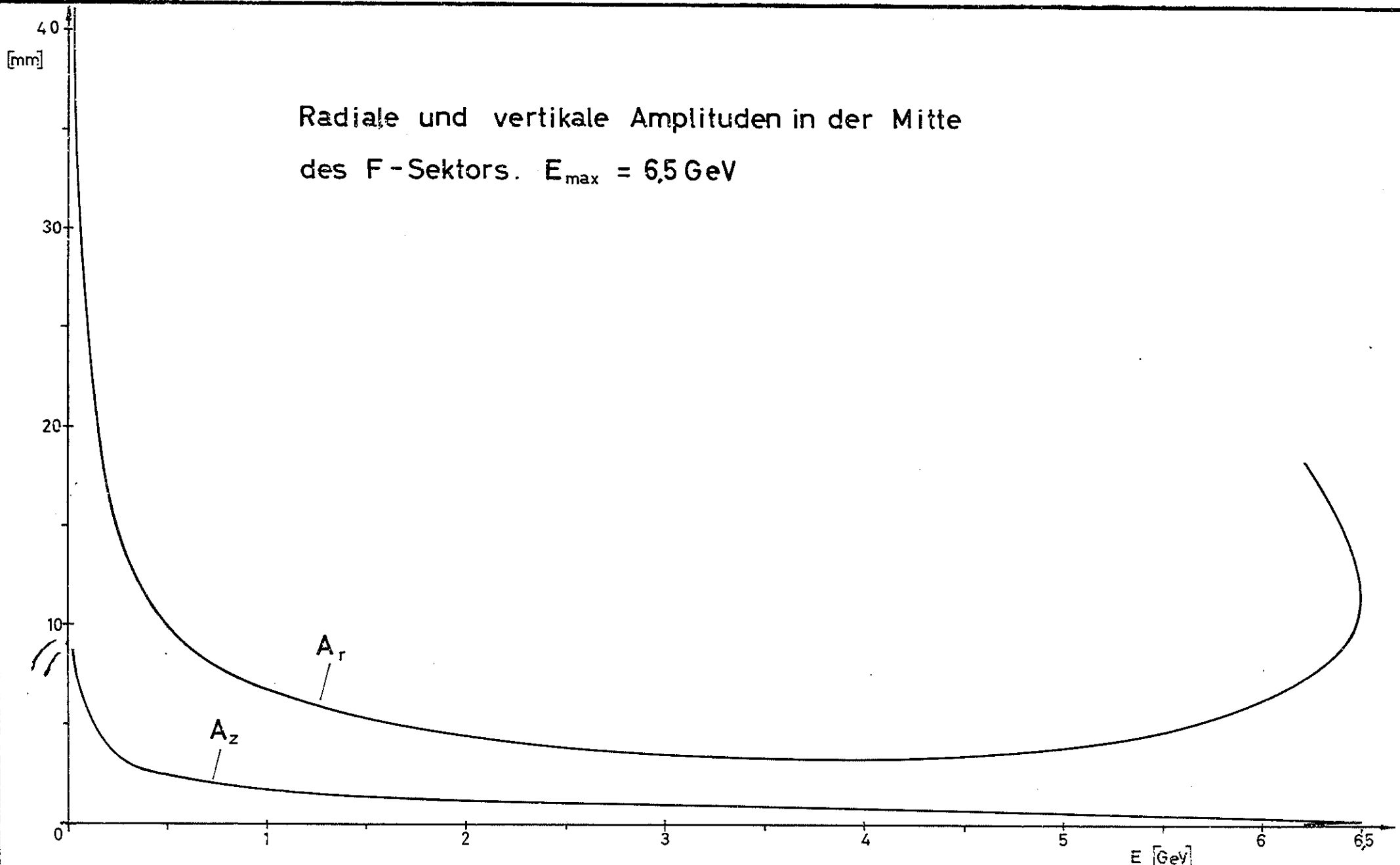


Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors. $E_{\max} = 5,5 \text{ GeV}$

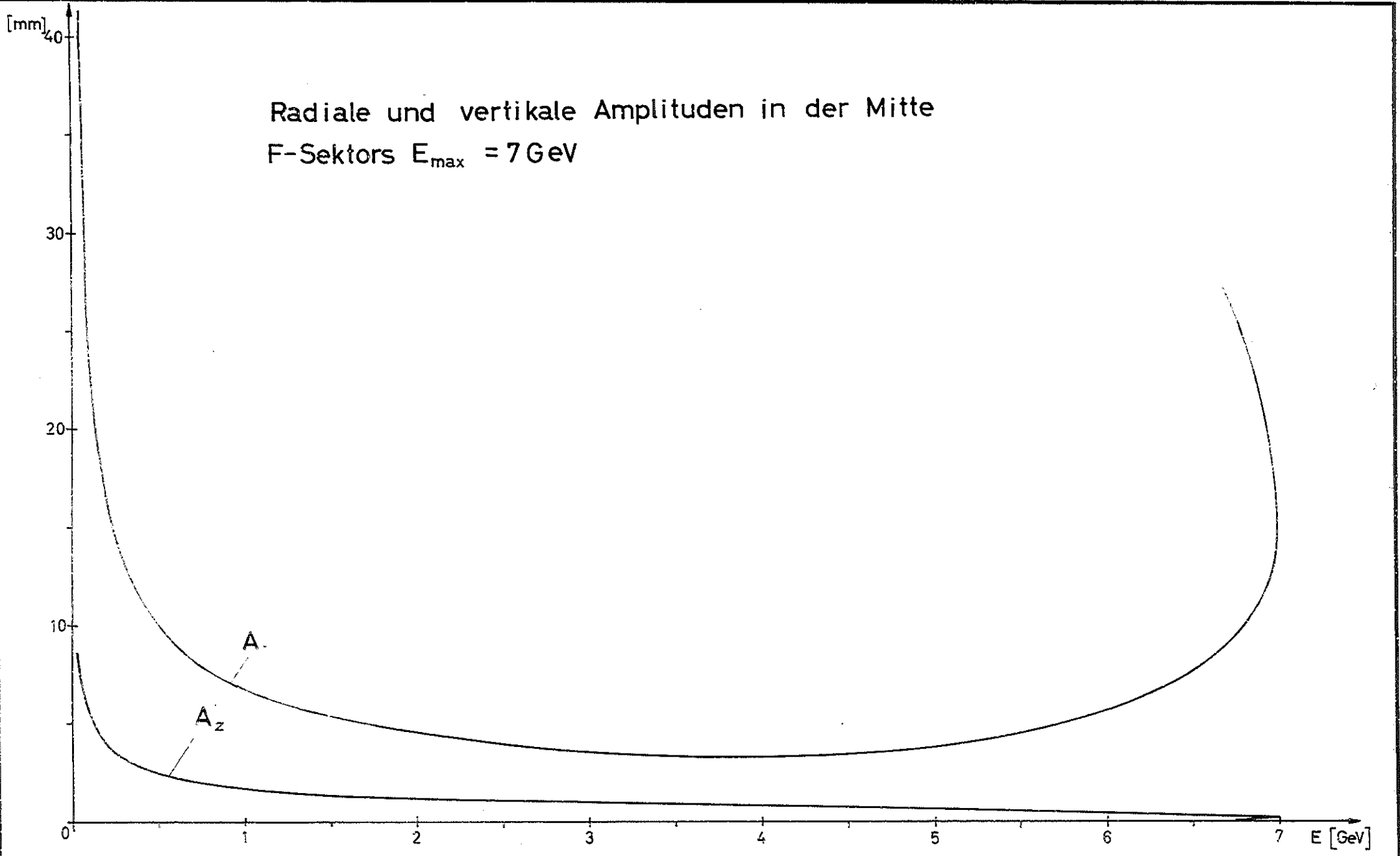


Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors. $E_{\max} = 6 \text{ GeV}$

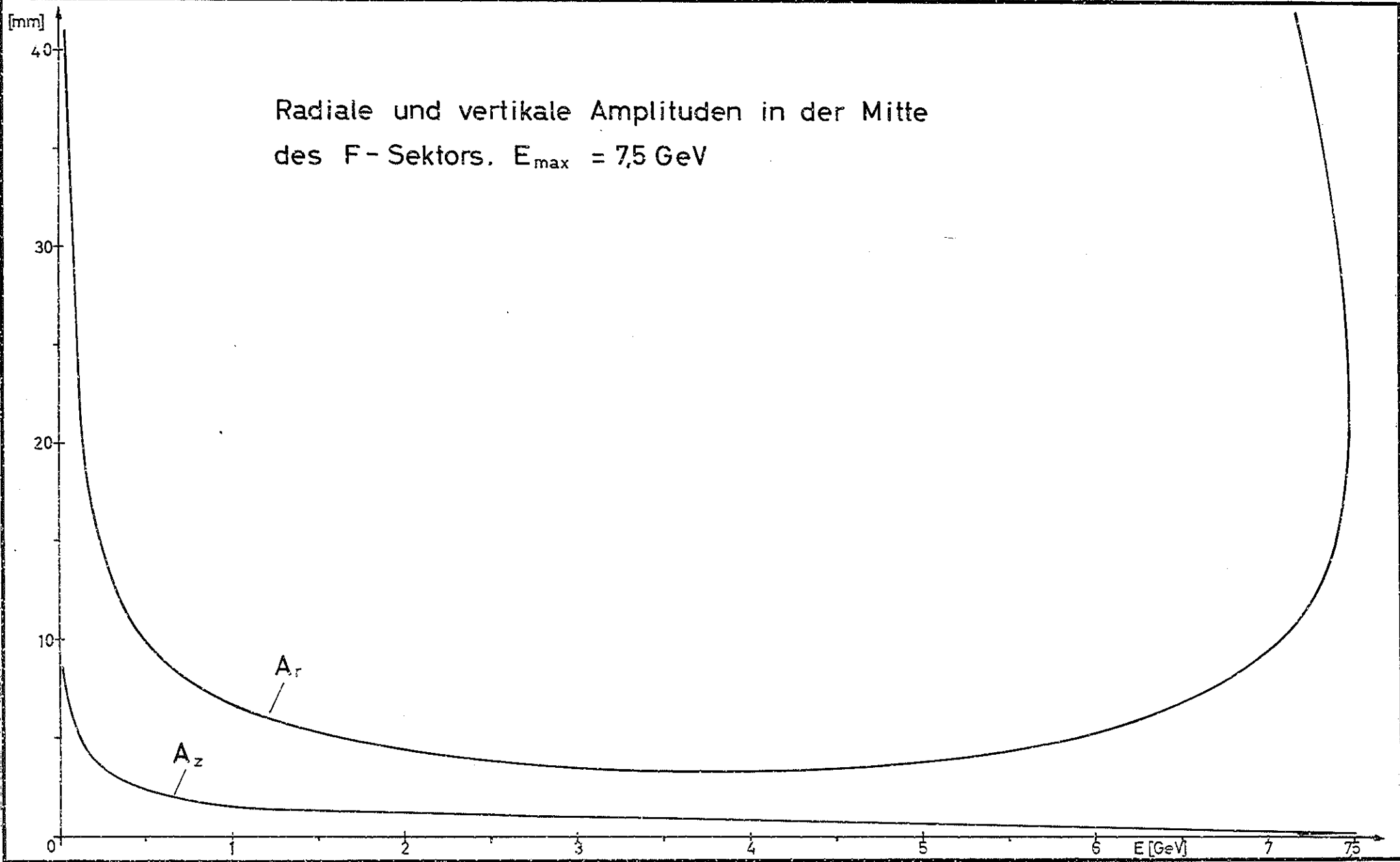




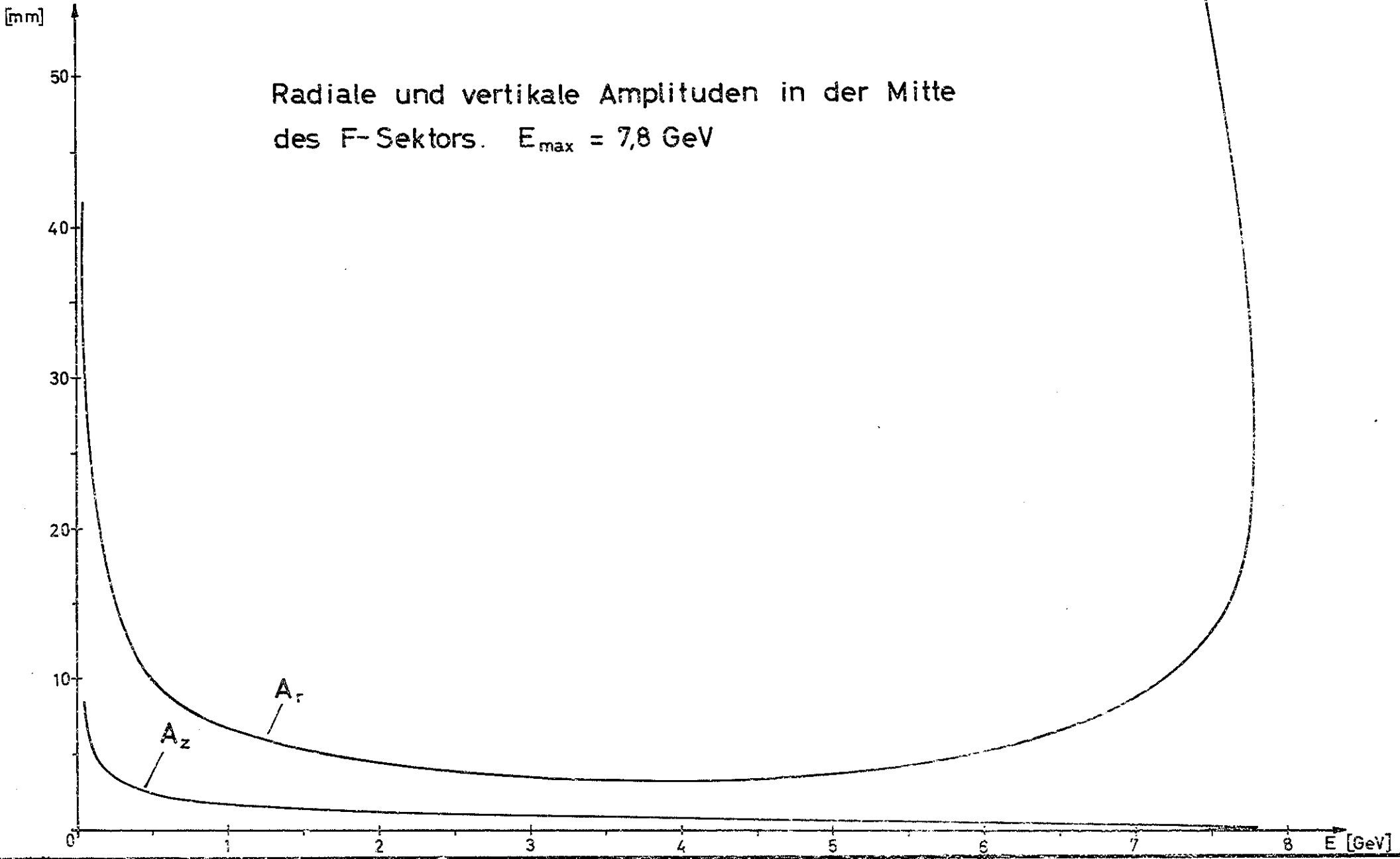
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
F-Sektors $E_{\max} = 7 \text{ GeV}$



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors. $E_{\max} = 7,5 \text{ GeV}$

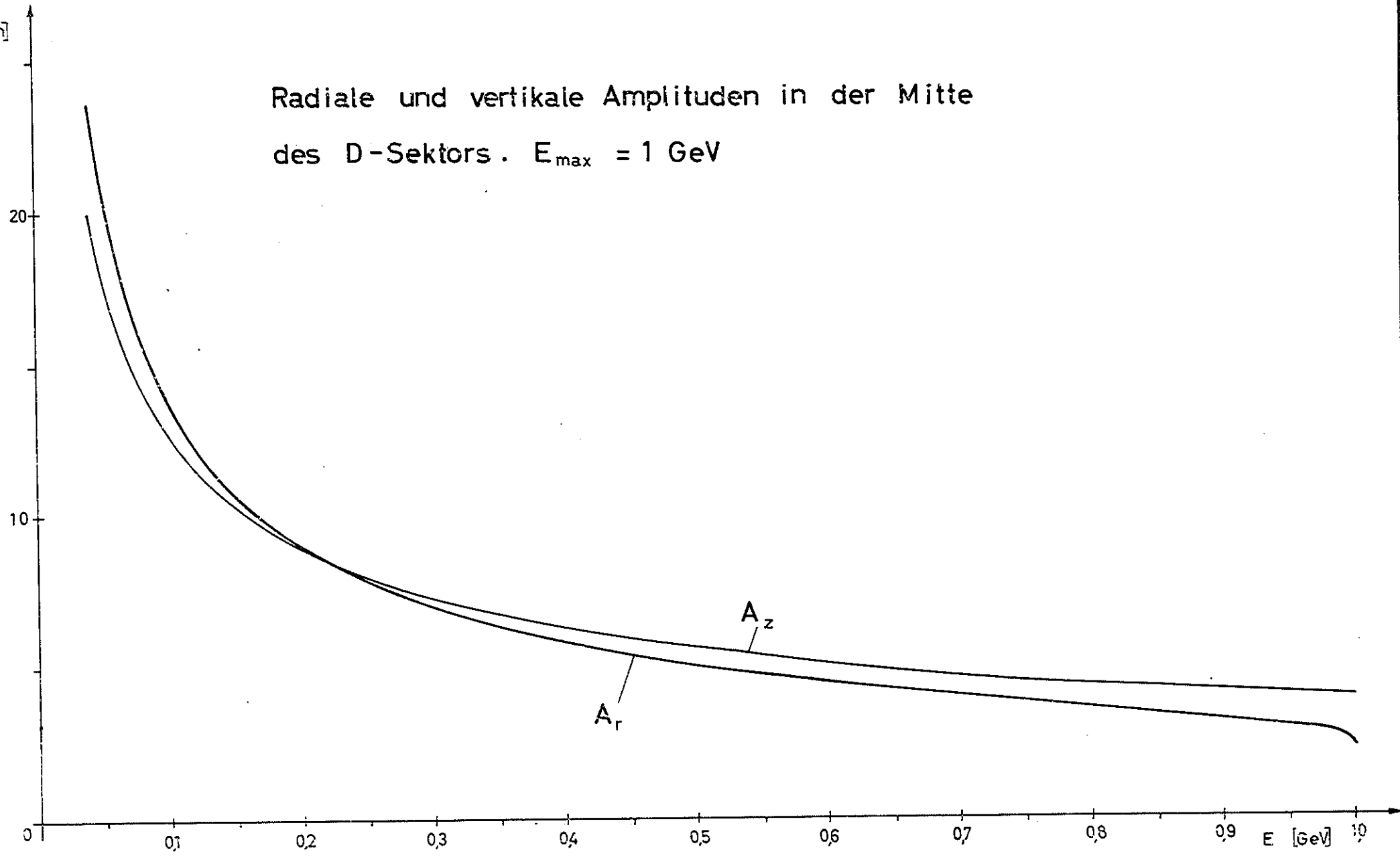


Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors. $E_{\max} = 7,8 \text{ GeV}$

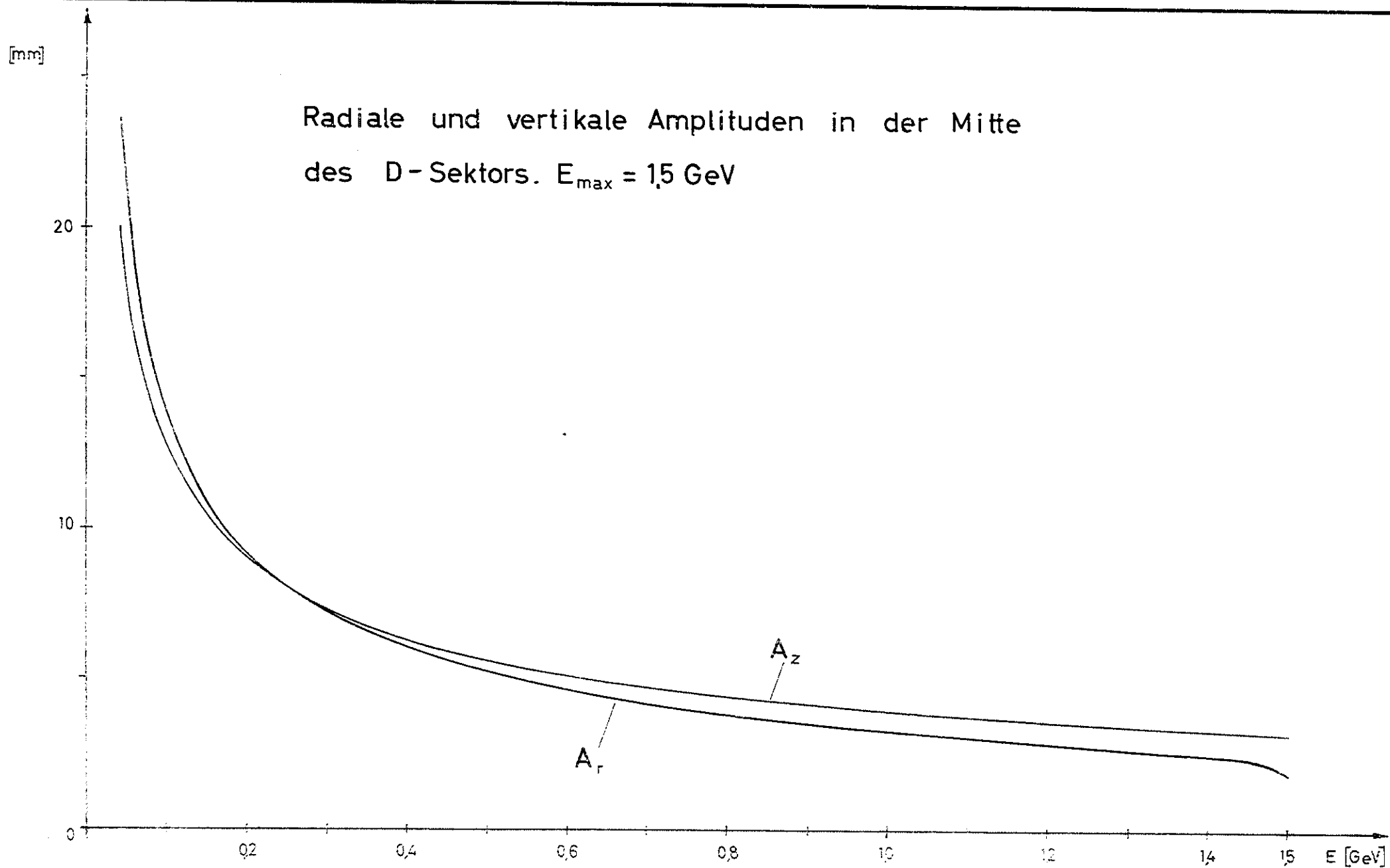


[mm]

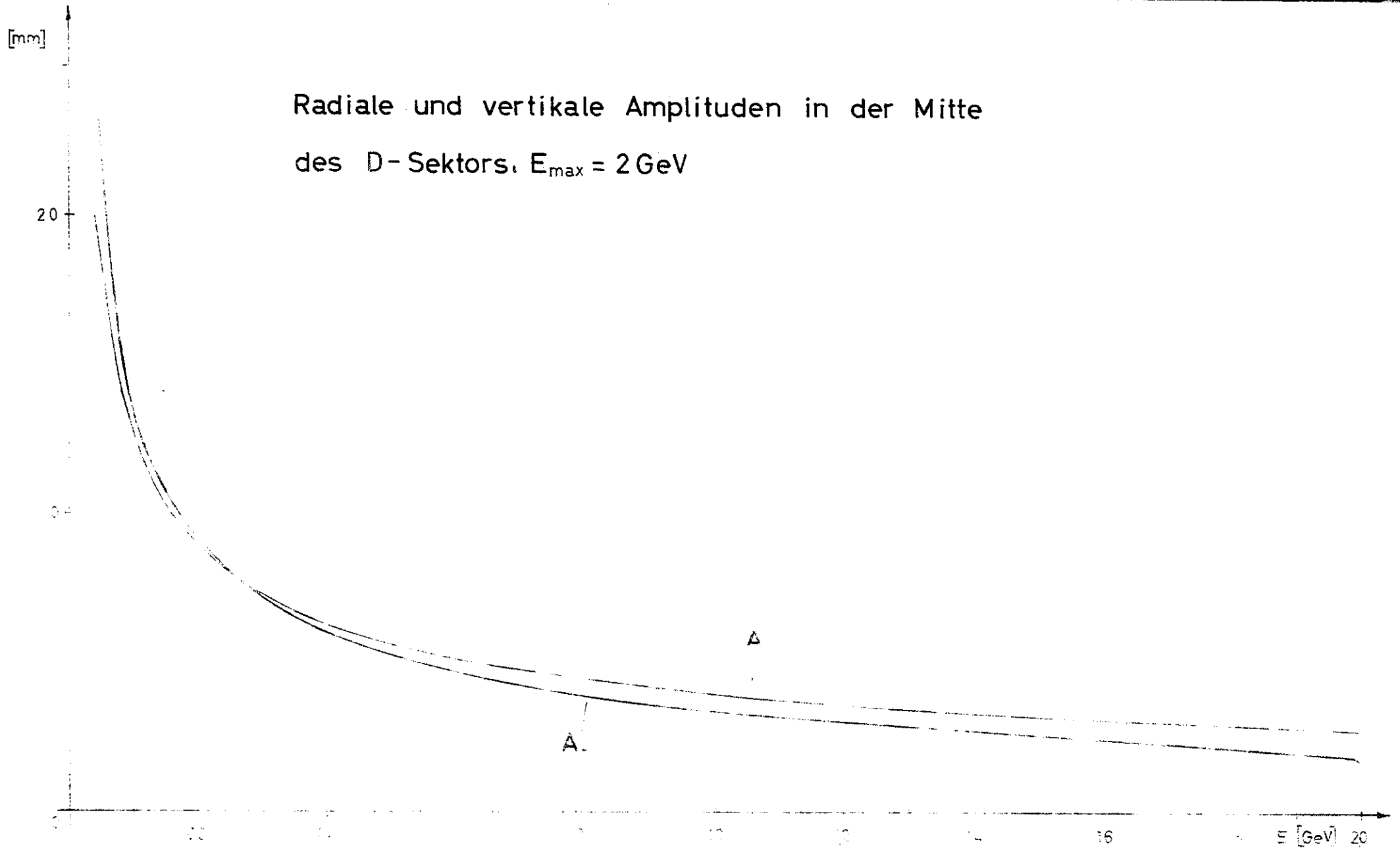
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors. $E_{\max} = 1 \text{ GeV}$

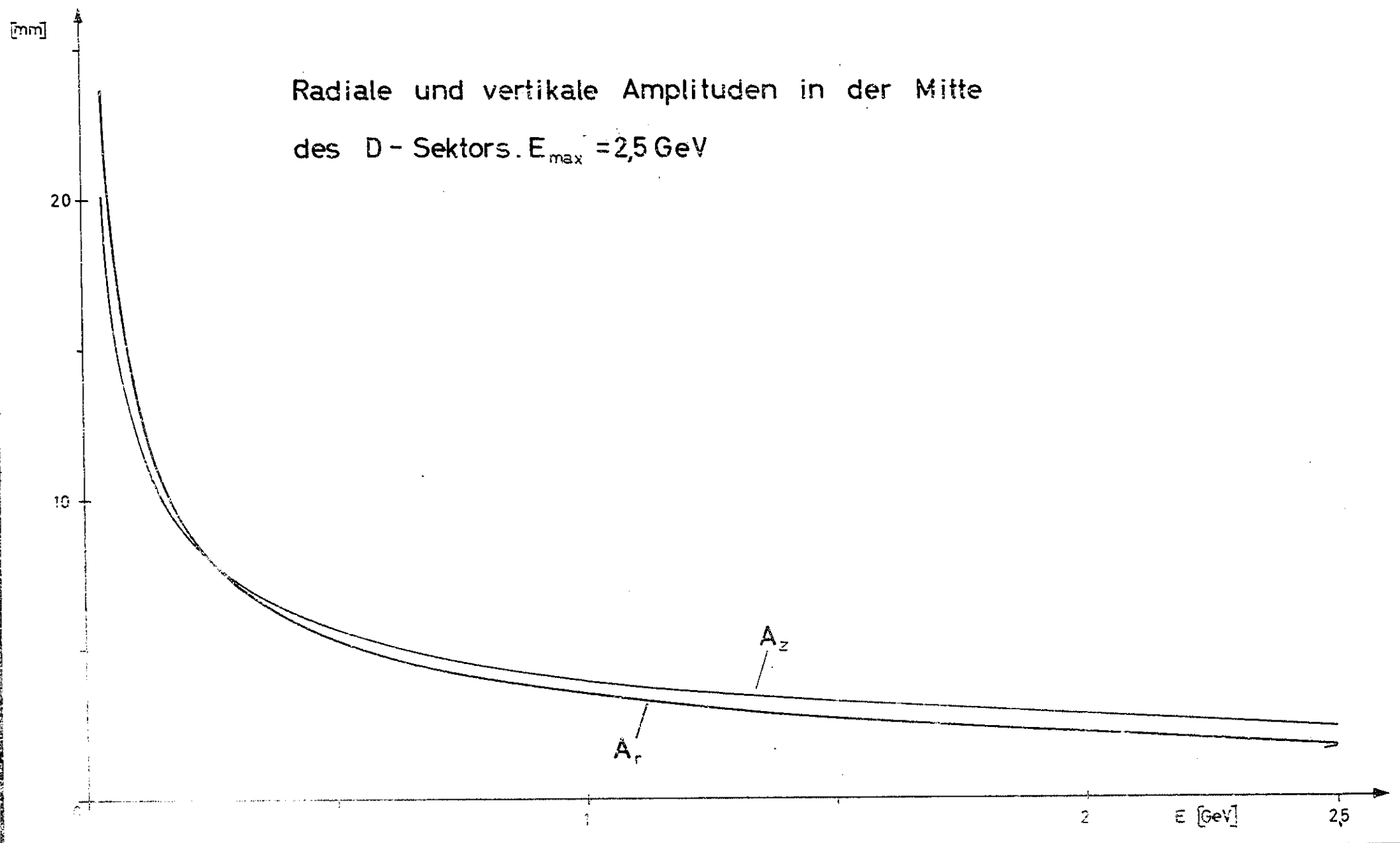


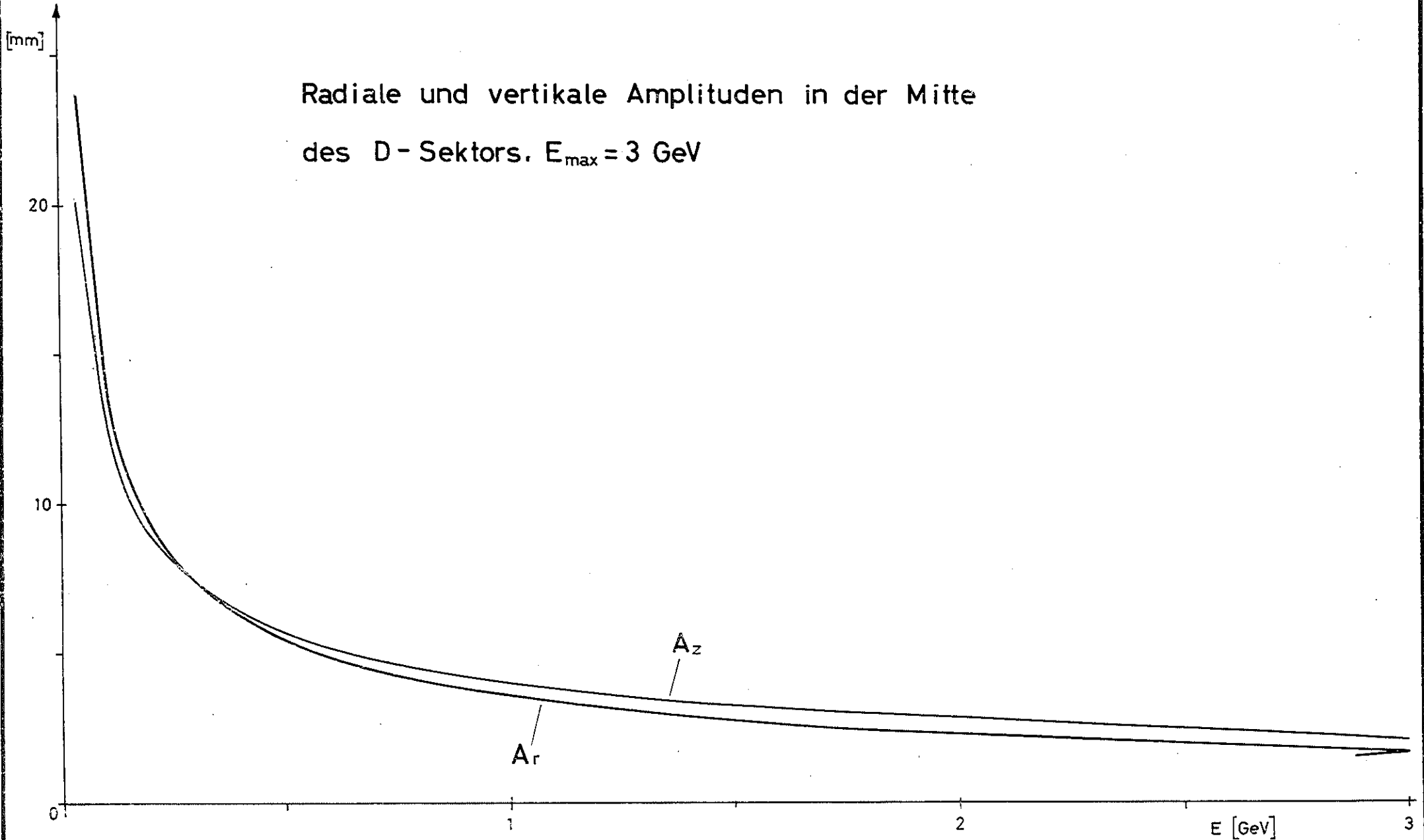
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors. $E_{\max} = 1,5 \text{ GeV}$



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors. $E_{\max} = 2 \text{ GeV}$







[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D - Sektors. $E_{\max} = 3,5 \text{ GeV}$

20

10

0

A_r

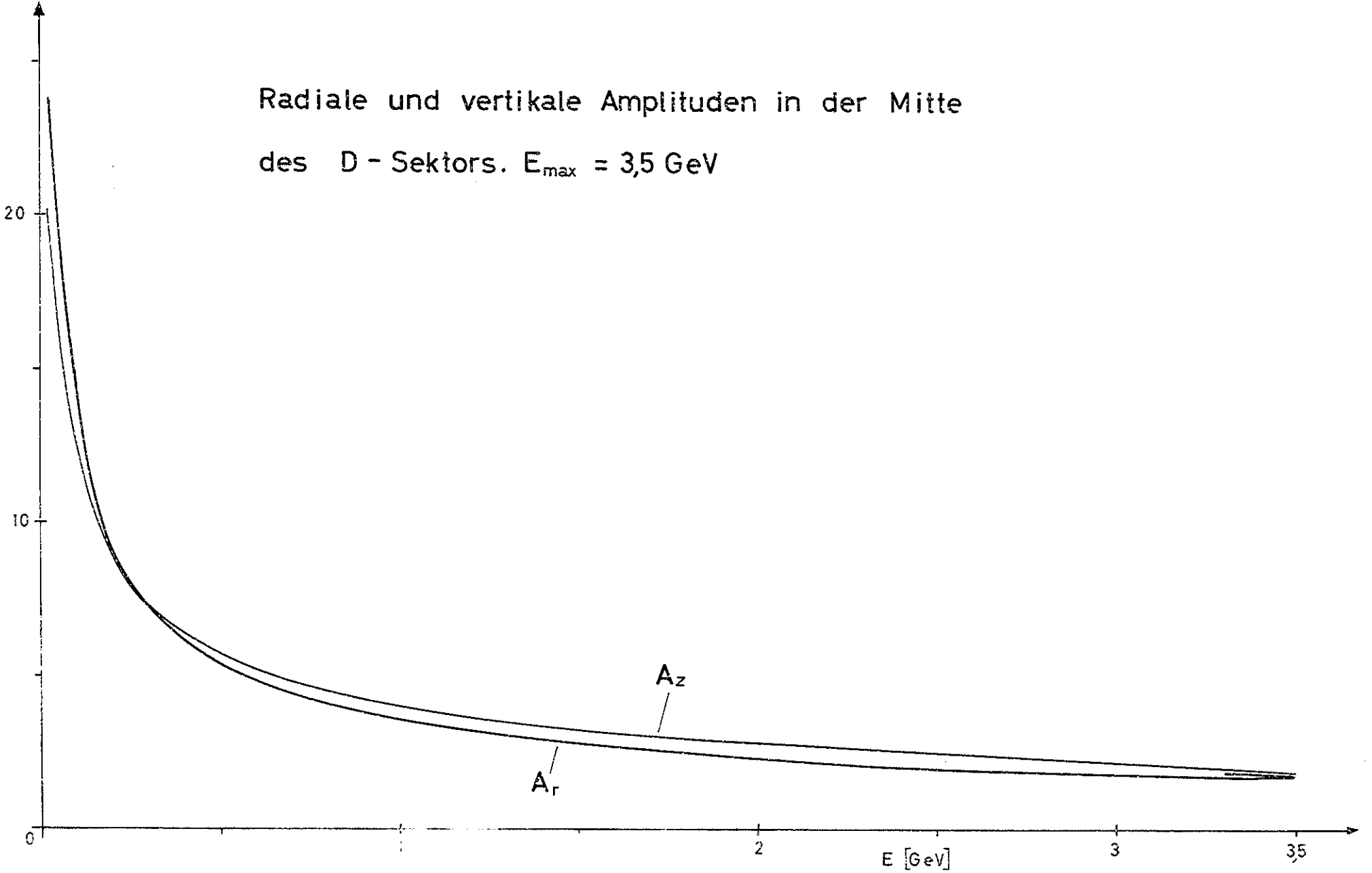
A_z

2

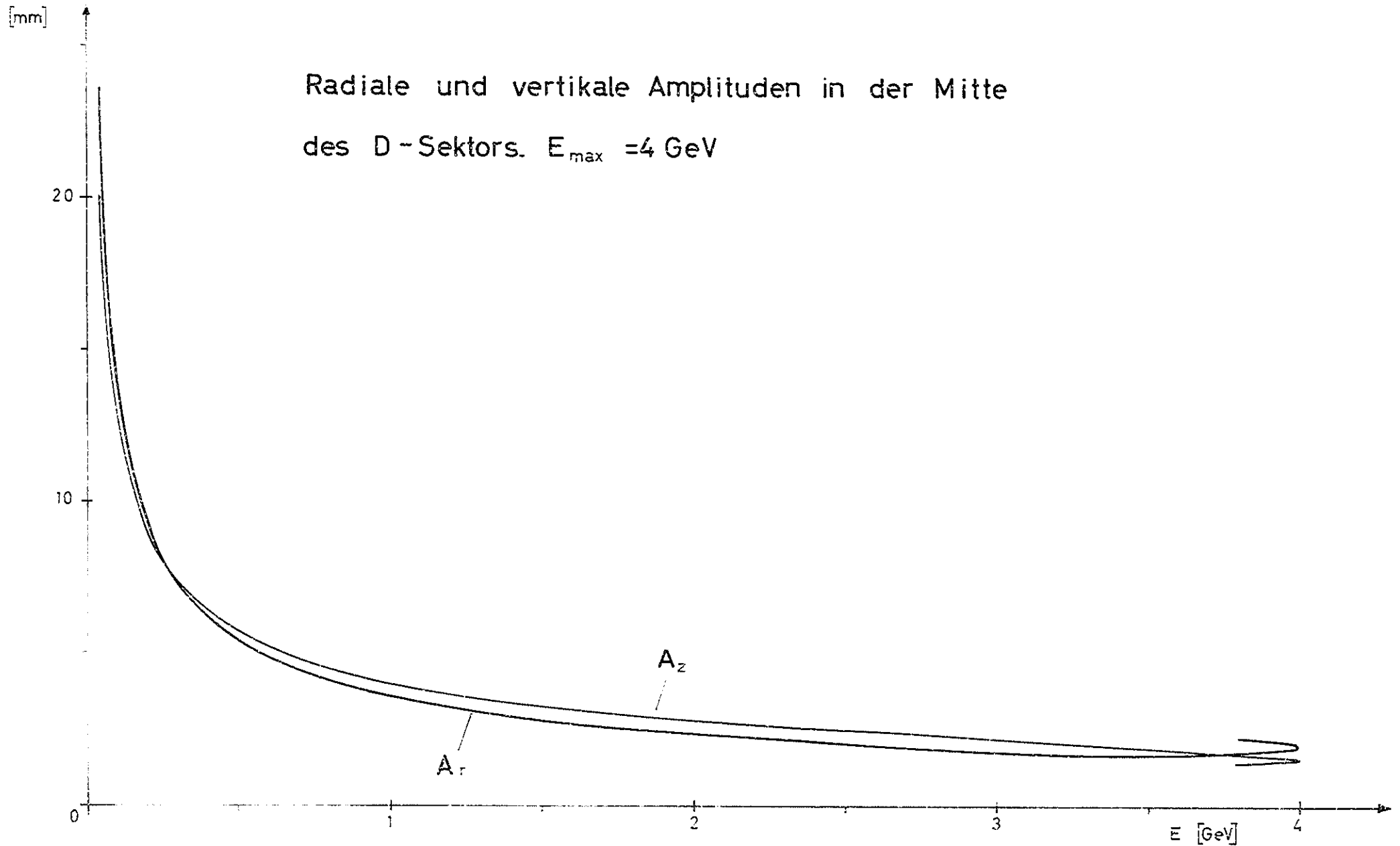
E [GeV]

3

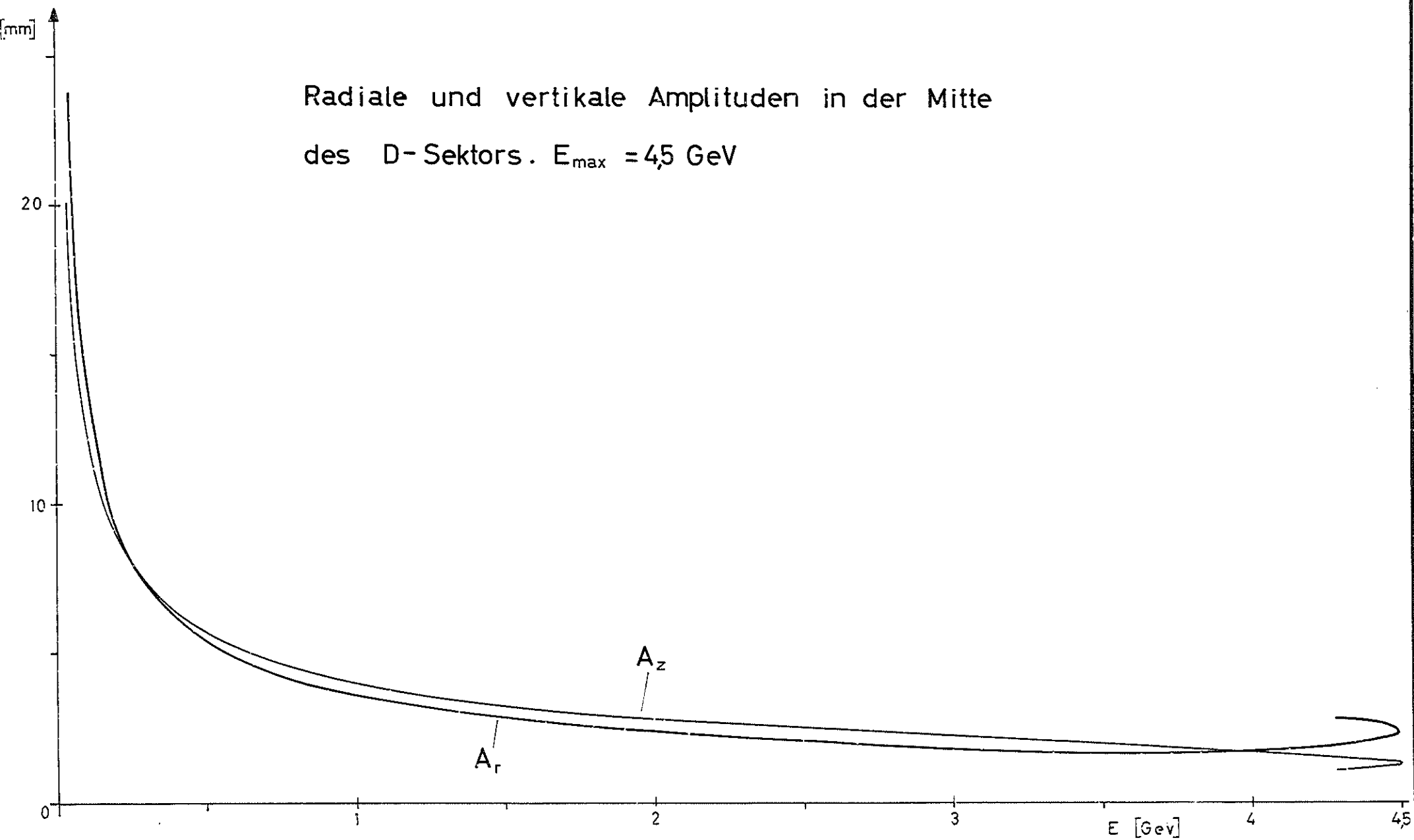
3,5



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors. $E_{\max} = 4 \text{ GeV}$

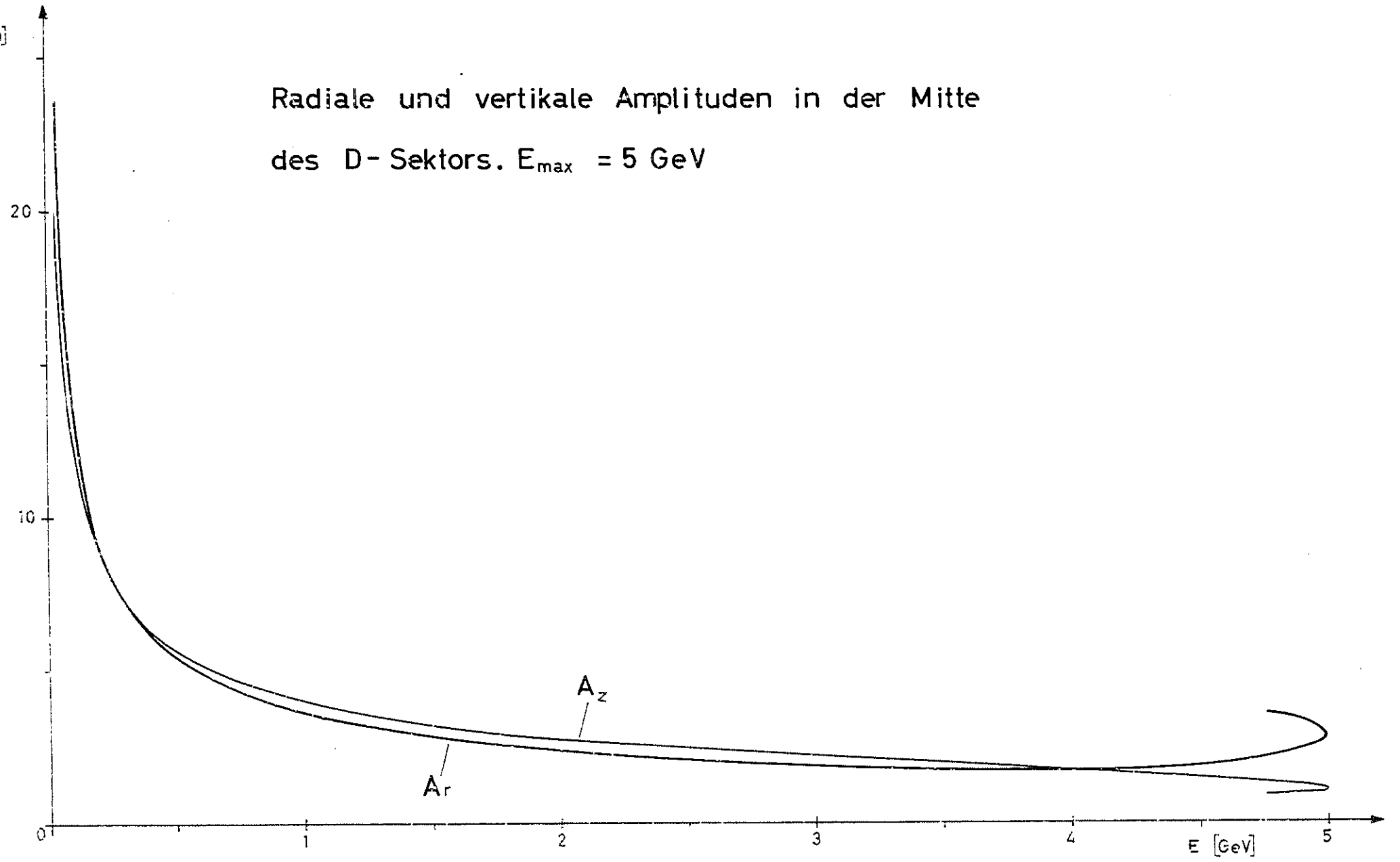


Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors. $E_{\max} = 4,5 \text{ GeV}$



[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors. $E_{\max} = 5 \text{ GeV}$



[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte

des D-Sektors. $E_{\max} = 5,5 \text{ GeV}$

20

10

0

1

2

3

4

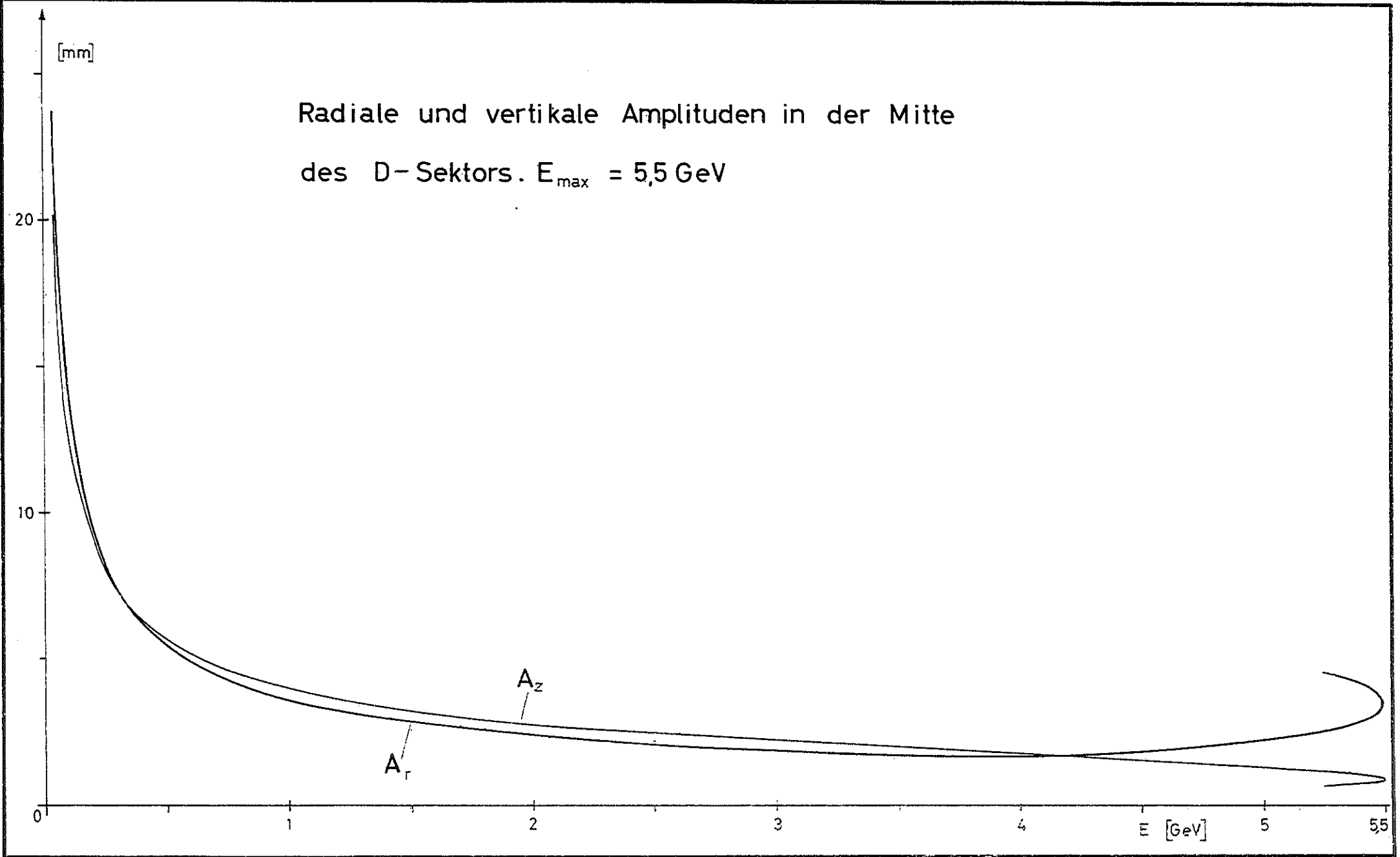
5

5,5

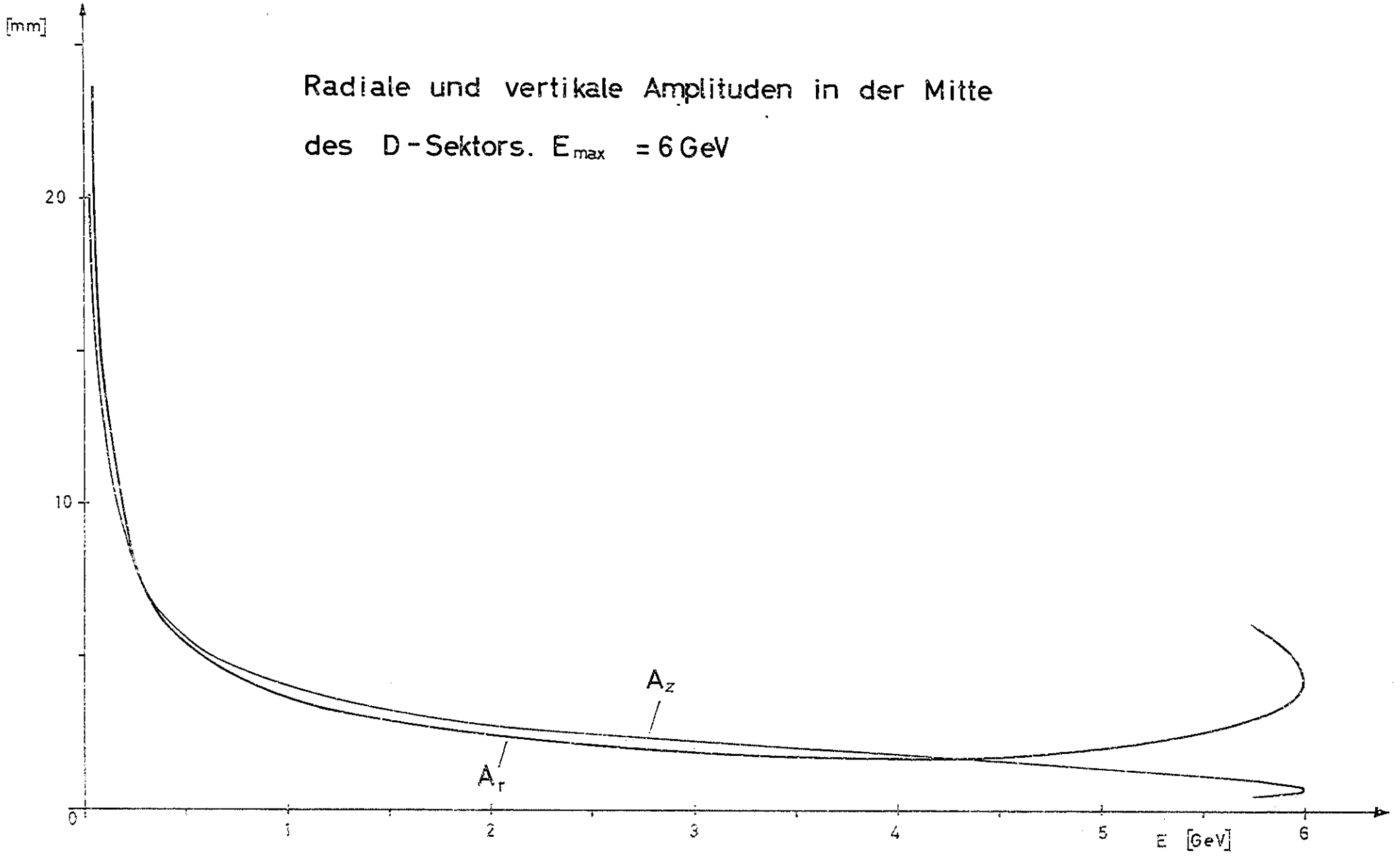
$E \text{ [GeV]}$

A_r

A_z

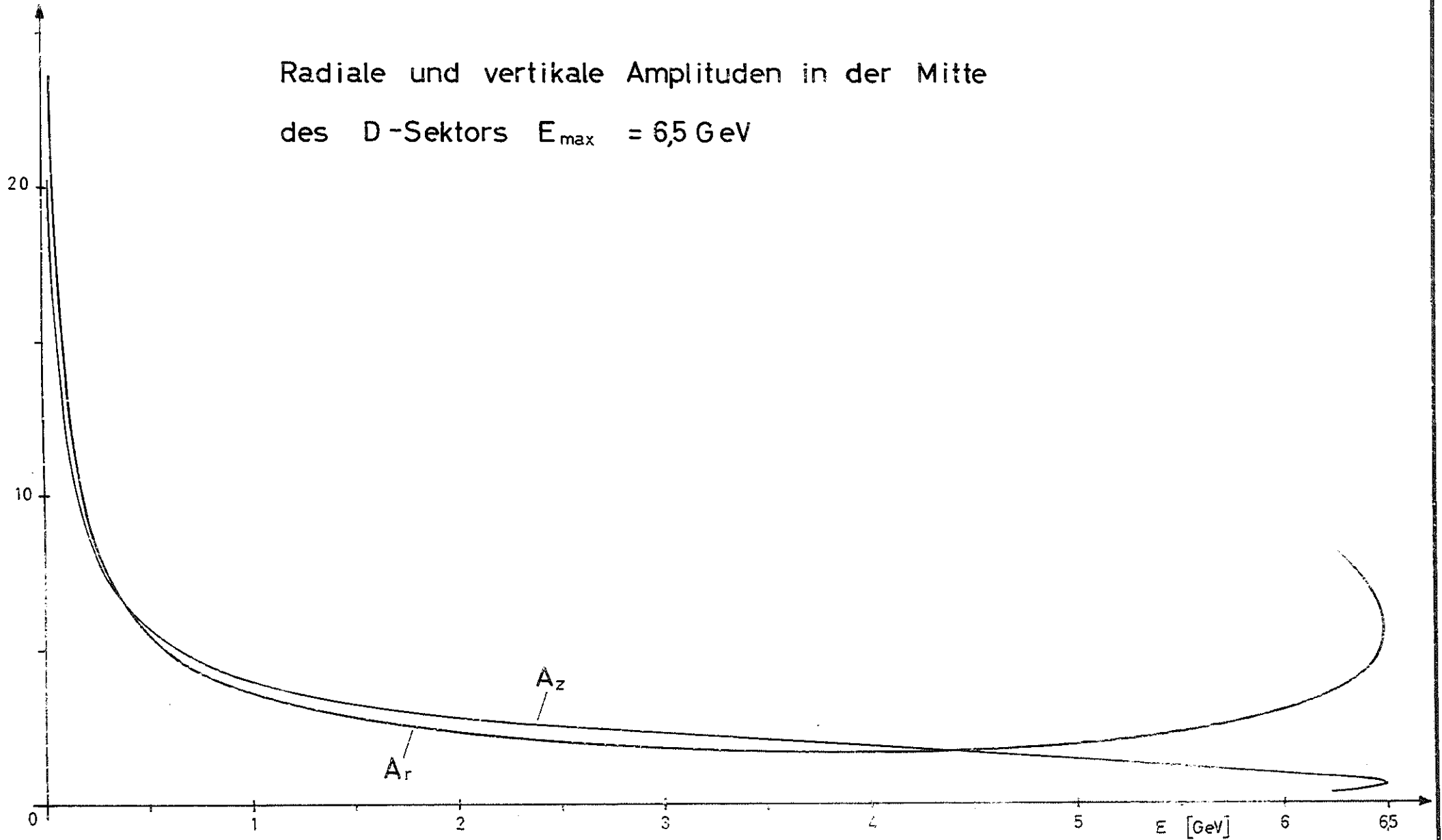


Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors. $E_{\max} = 6 \text{ GeV}$



[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors $E_{\max} = 6,5 \text{ GeV}$



[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors. $E_{\max} = 7 \text{ GeV}$

20

10

0

1

2

3

4

5

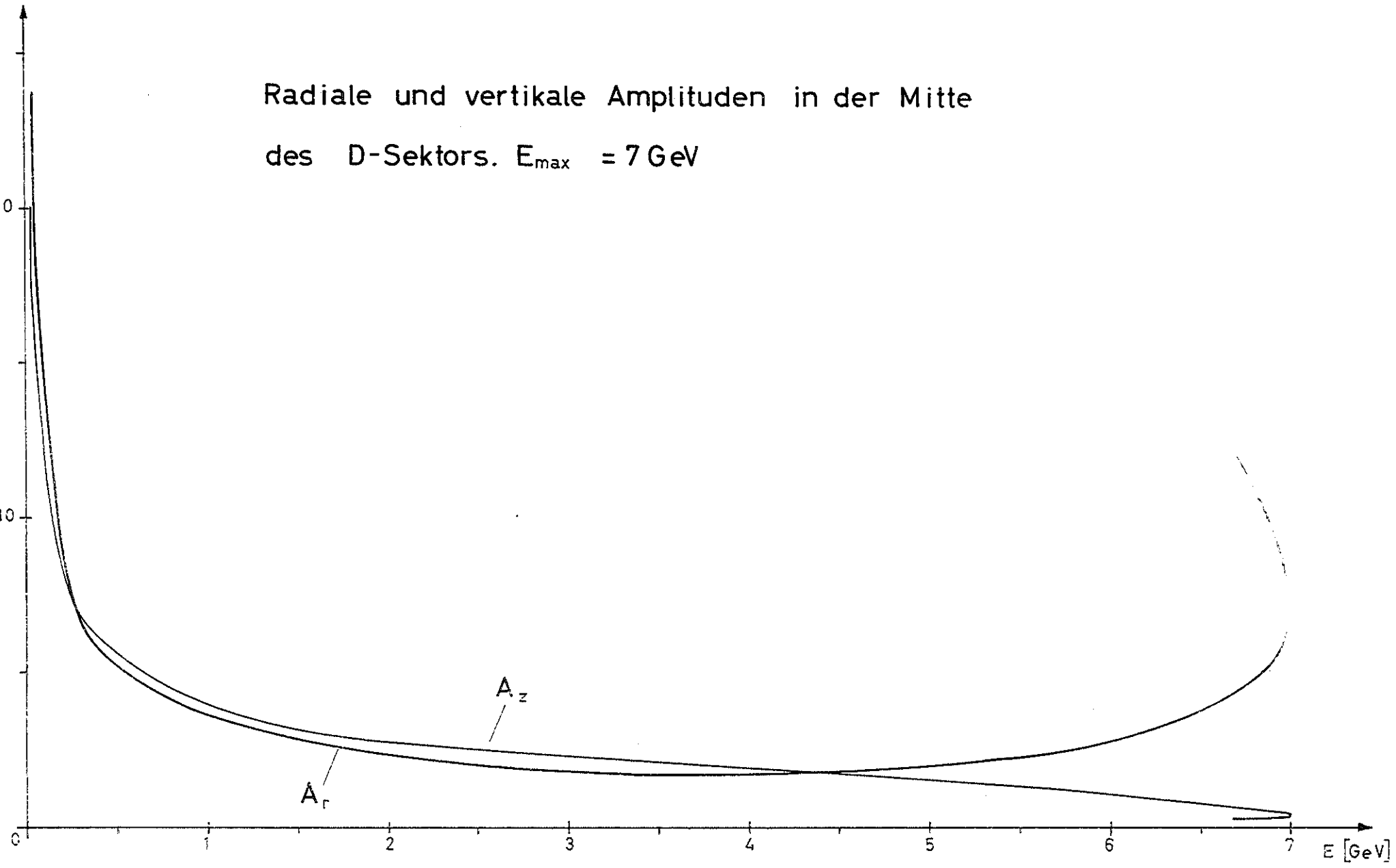
6

7

$E \text{ [GeV]}$

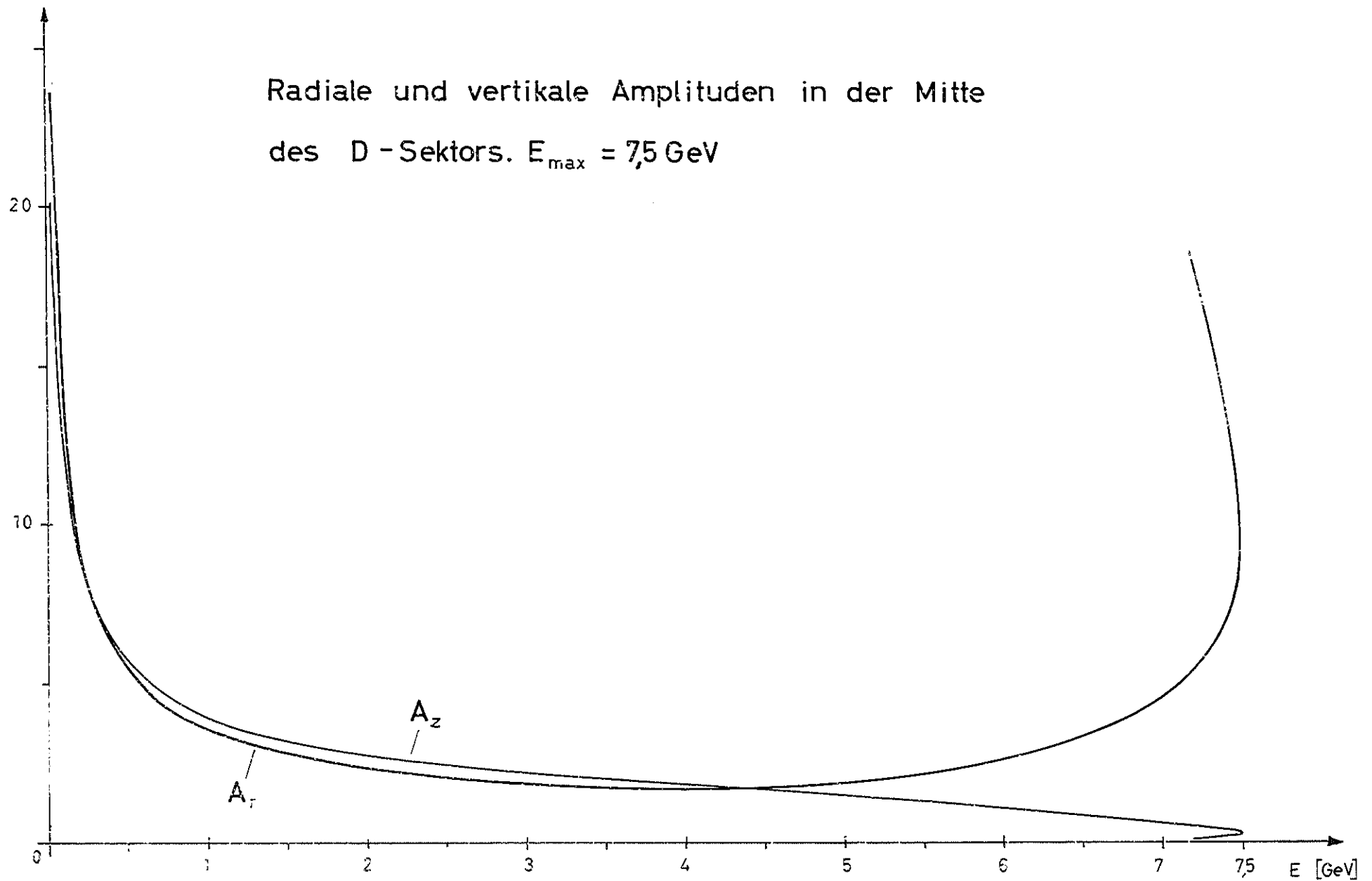
A_r

A_z



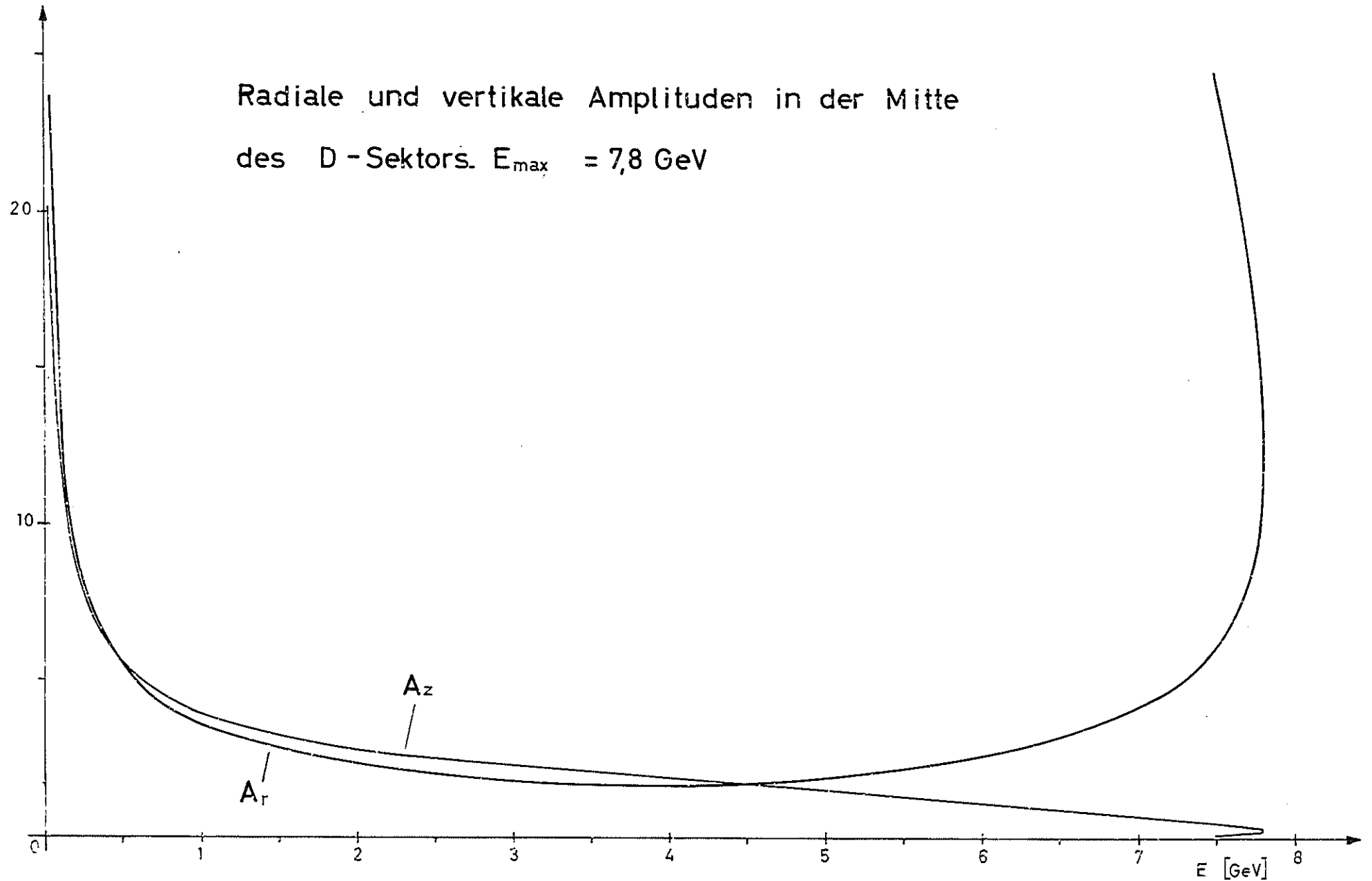
[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D - Sektors. $E_{\max} = 75 \text{ GeV}$



[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors. $E_{\max} = 7,8 \text{ GeV}$



[mm]

30

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes mit $r-z$ -Kopplung.

$E_{\max} = 4 \text{ GeV}$

20

0

A_r

A_z

0

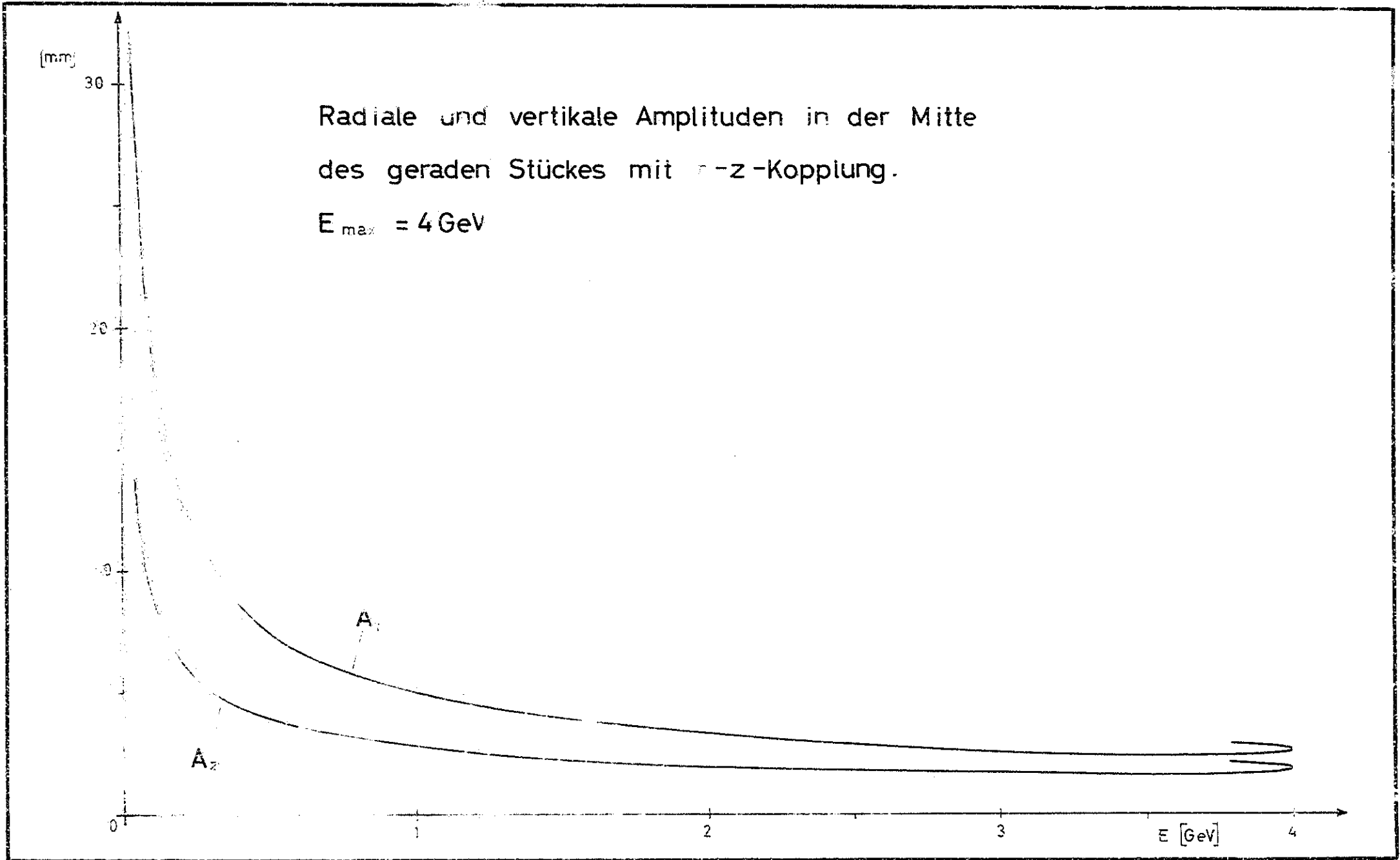
1

2

3

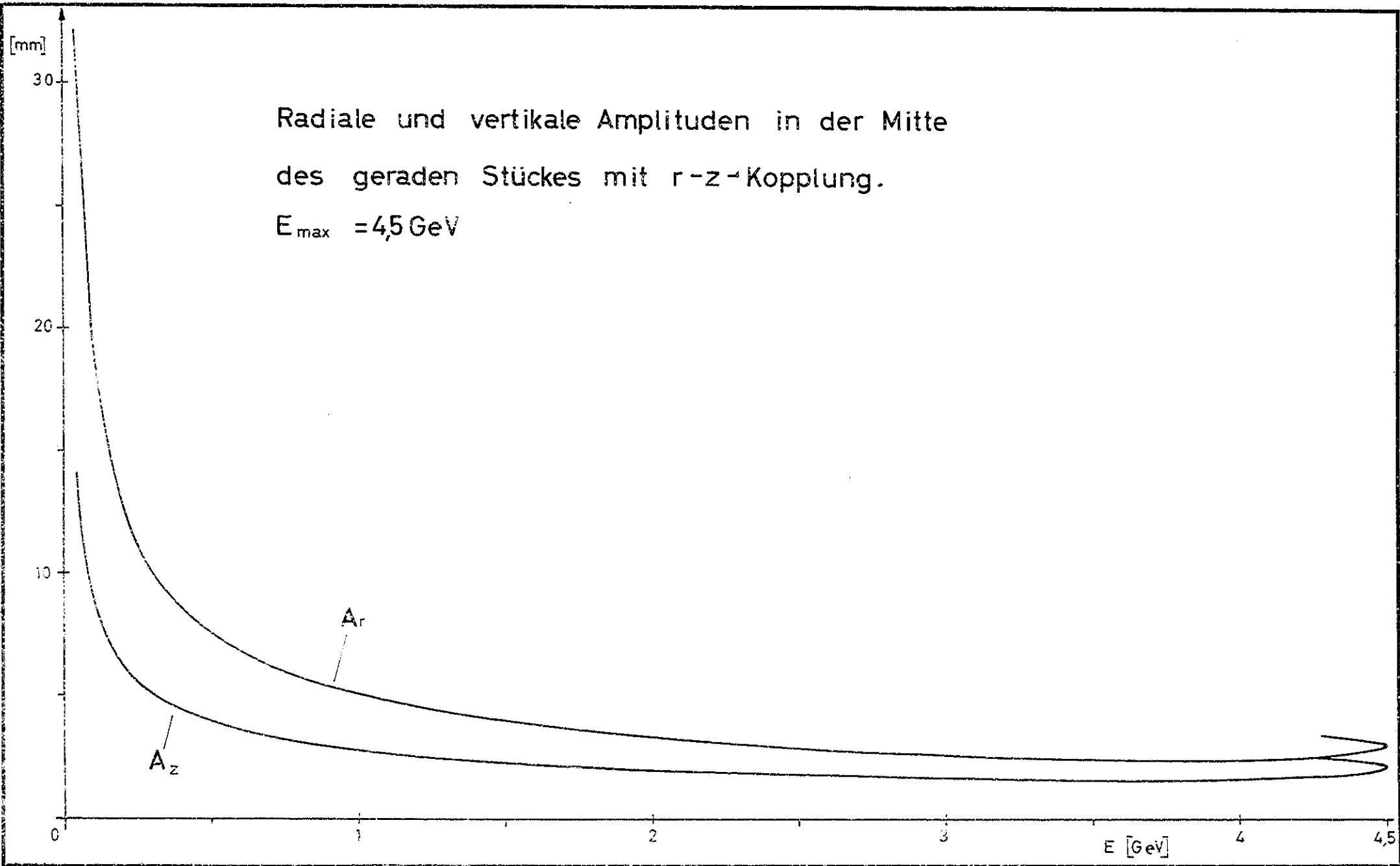
$E \text{ [GeV]}$

4



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes mit r-z-Kopplung.

$E_{\max} = 4,5 \text{ GeV}$



[mm]

30

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes mit r-z-Kopplung.

$E_{\max} = 5 \text{ GeV}$

20

10

A_r

A_z

0

1

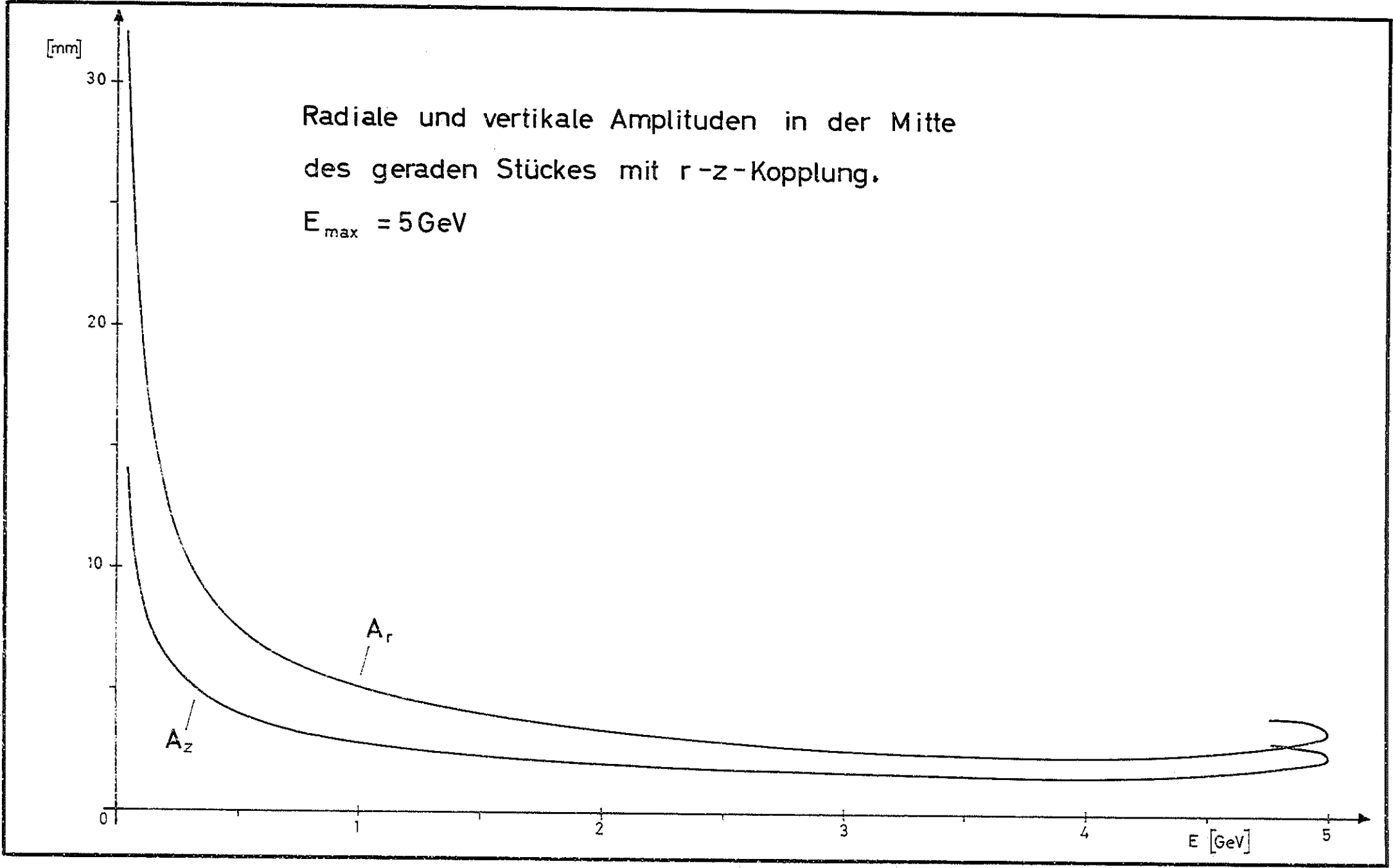
2

3

4

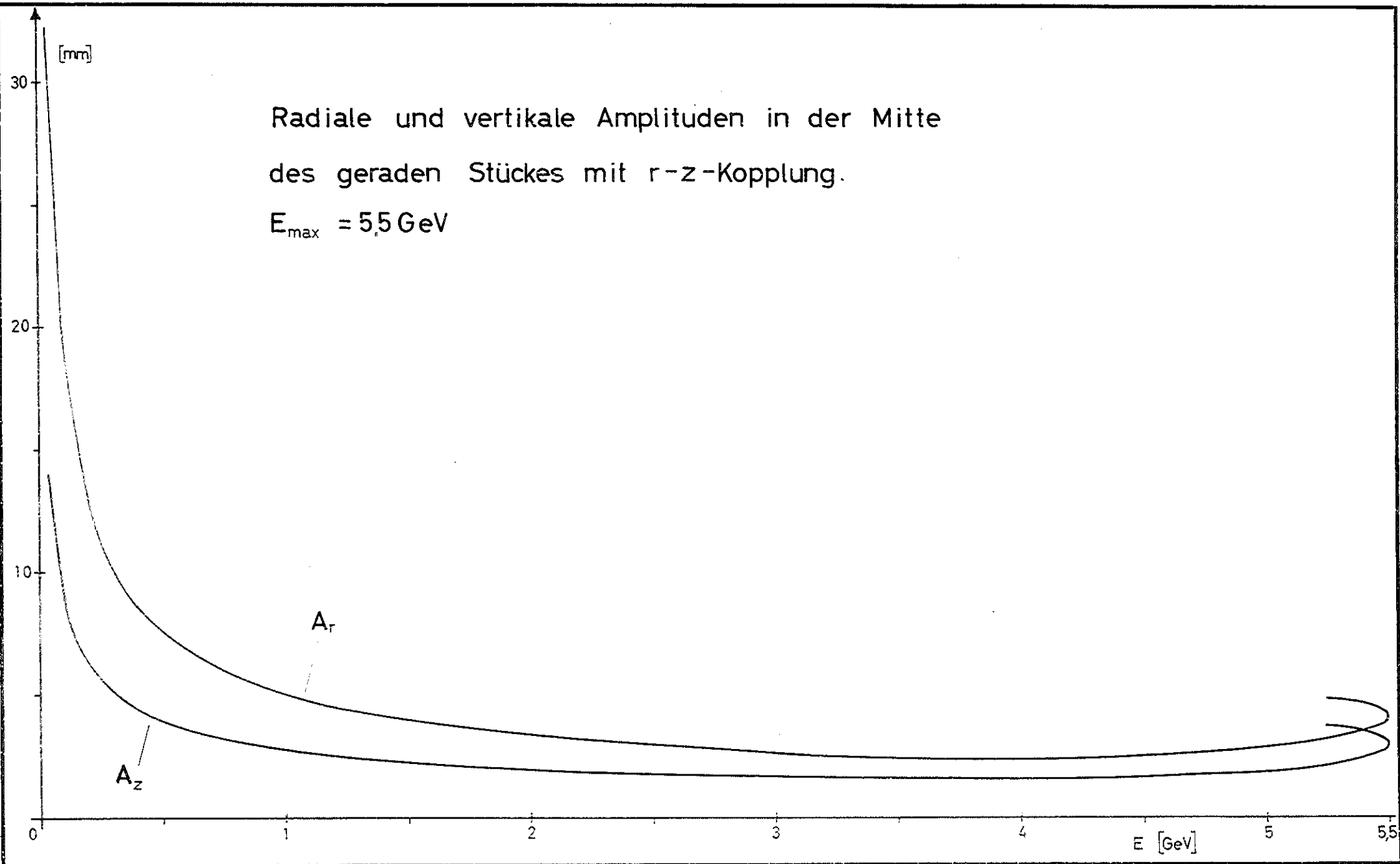
E [GeV]

5



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes mit r-z-Kopplung.

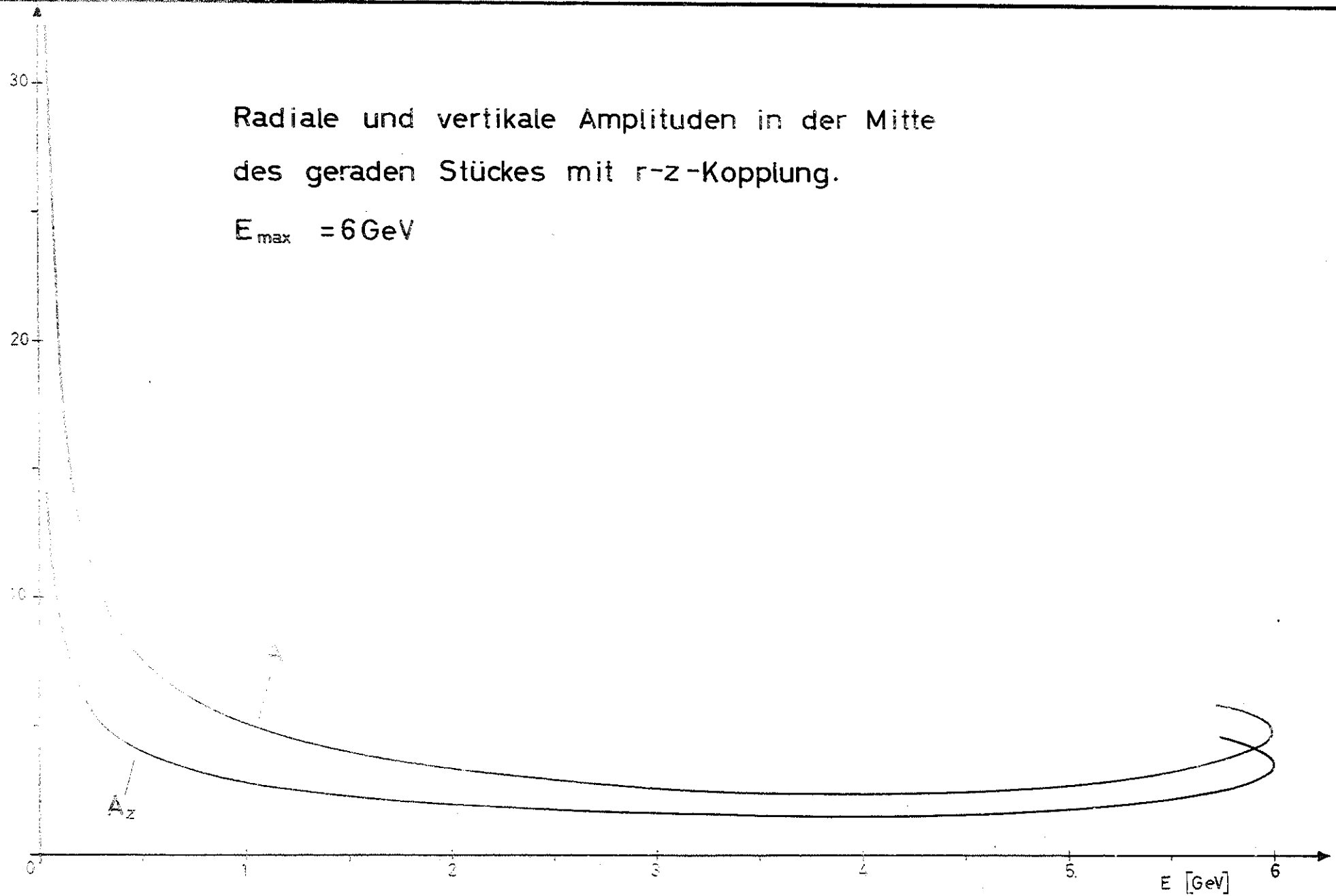
$E_{\max} = 5,5 \text{ GeV}$

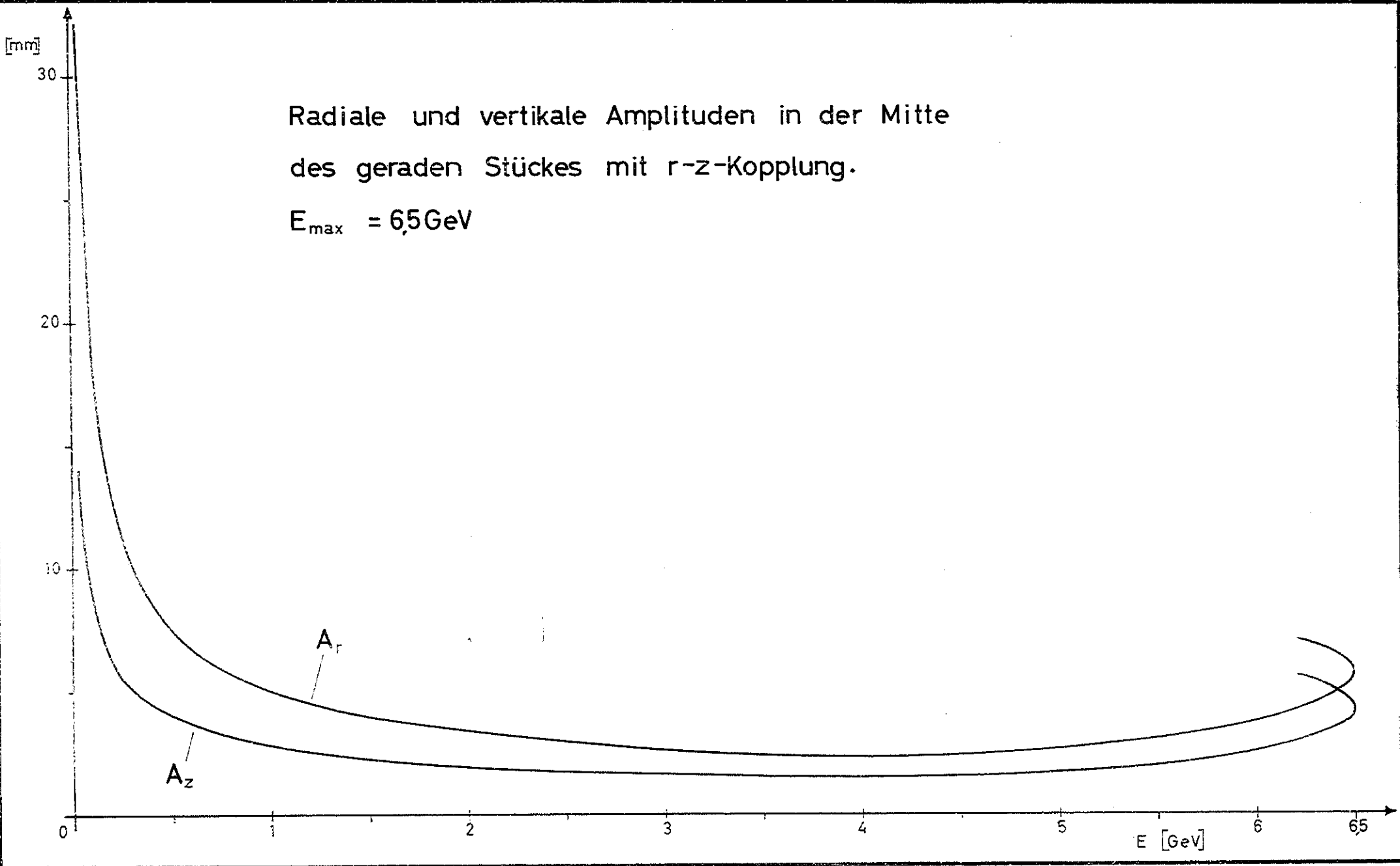


[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes mit r-z-Kopplung.

$E_{\max} = 6 \text{ GeV}$





[mm]

30

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes mit r-z-Kopplung.

$E_{\max} = 7 \text{ GeV}$

20

10

A_r

A_z

0

1

2

3

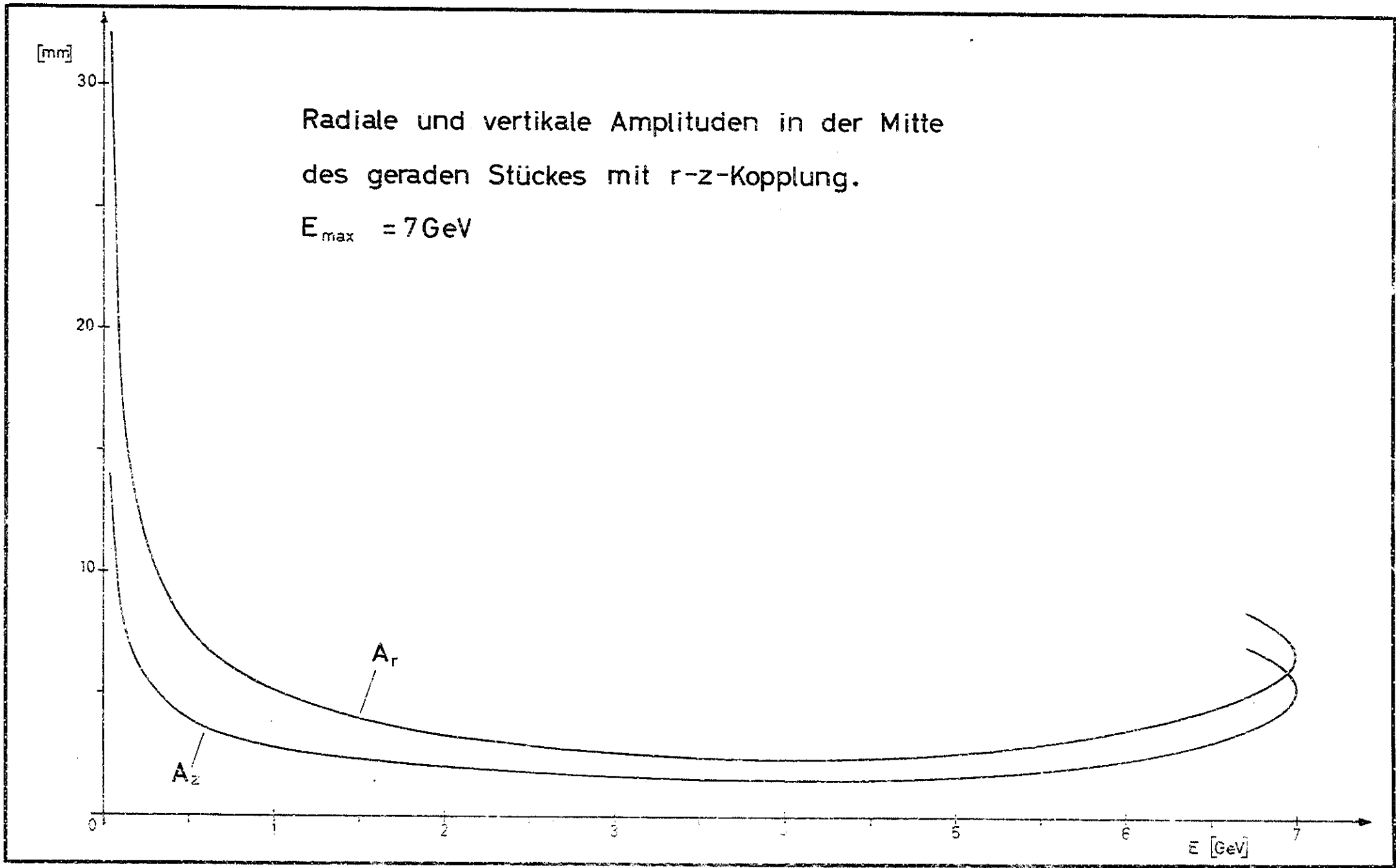
4

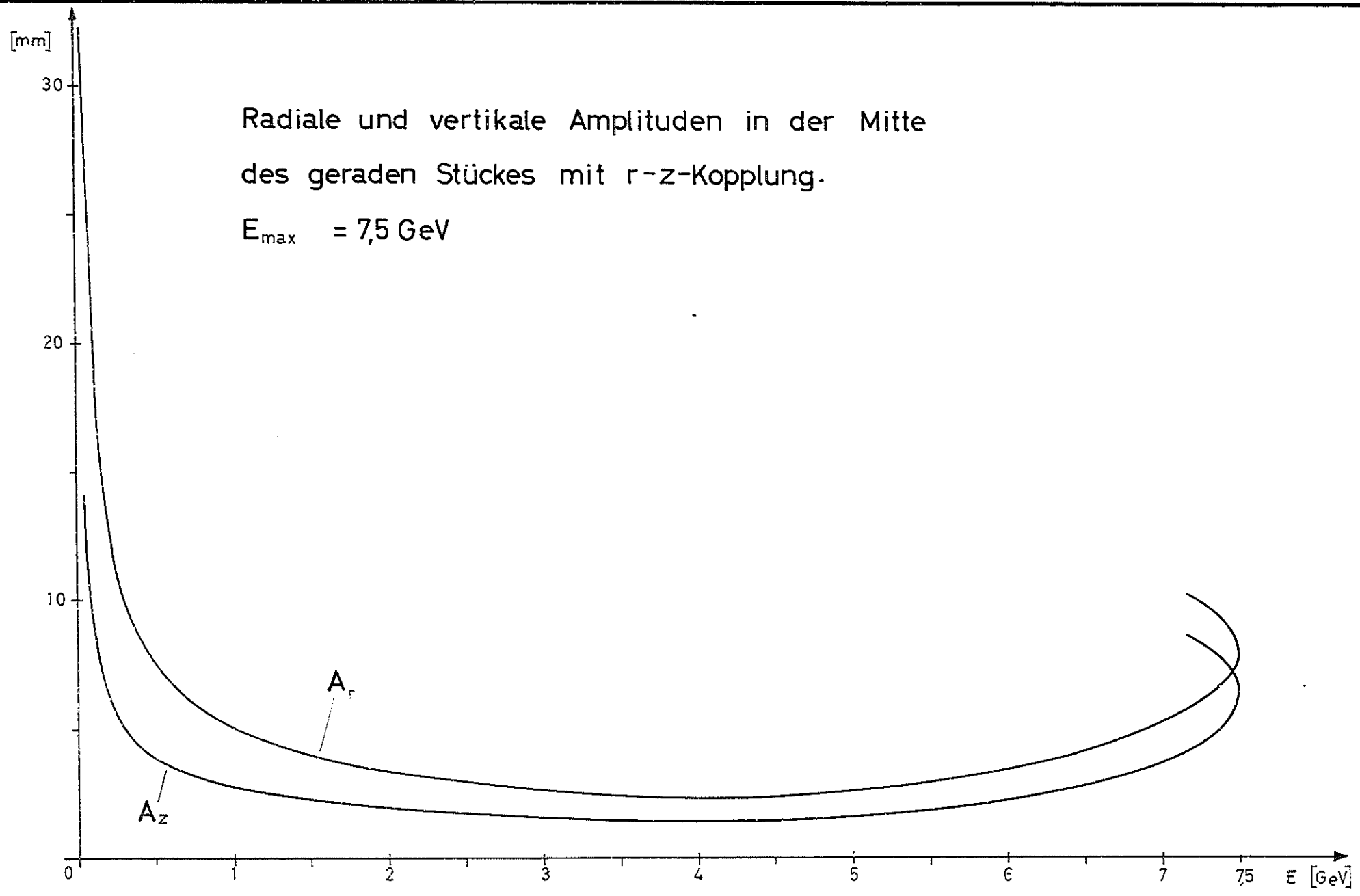
5

6

7

E [GeV]





[mm]

30

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des geraden Stückes mit r-z-Kopplung.

$E_{\max} = 7,8 \text{ GeV}$

20

10

A_r

A_z

0

1

2

3

4

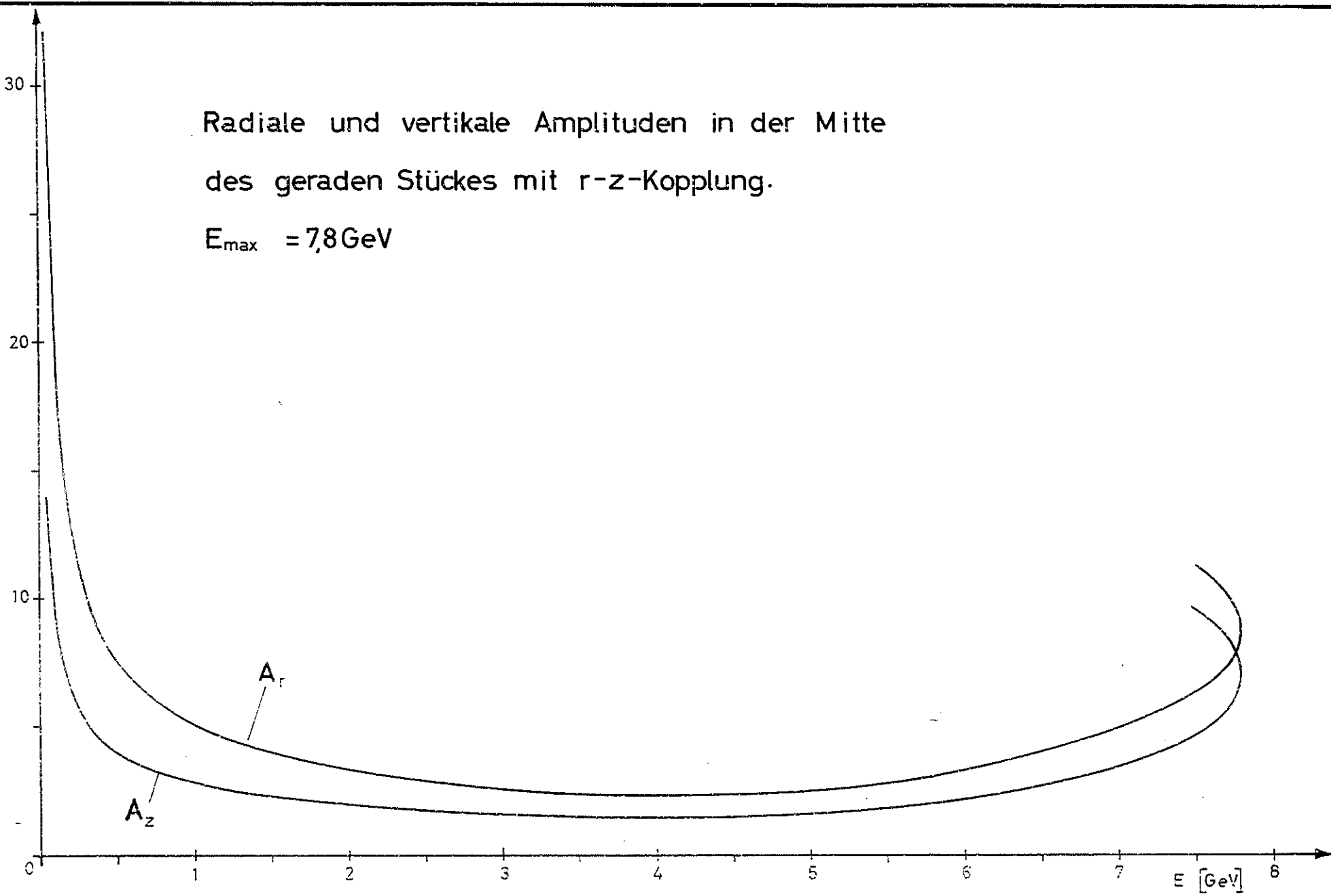
5

6

7

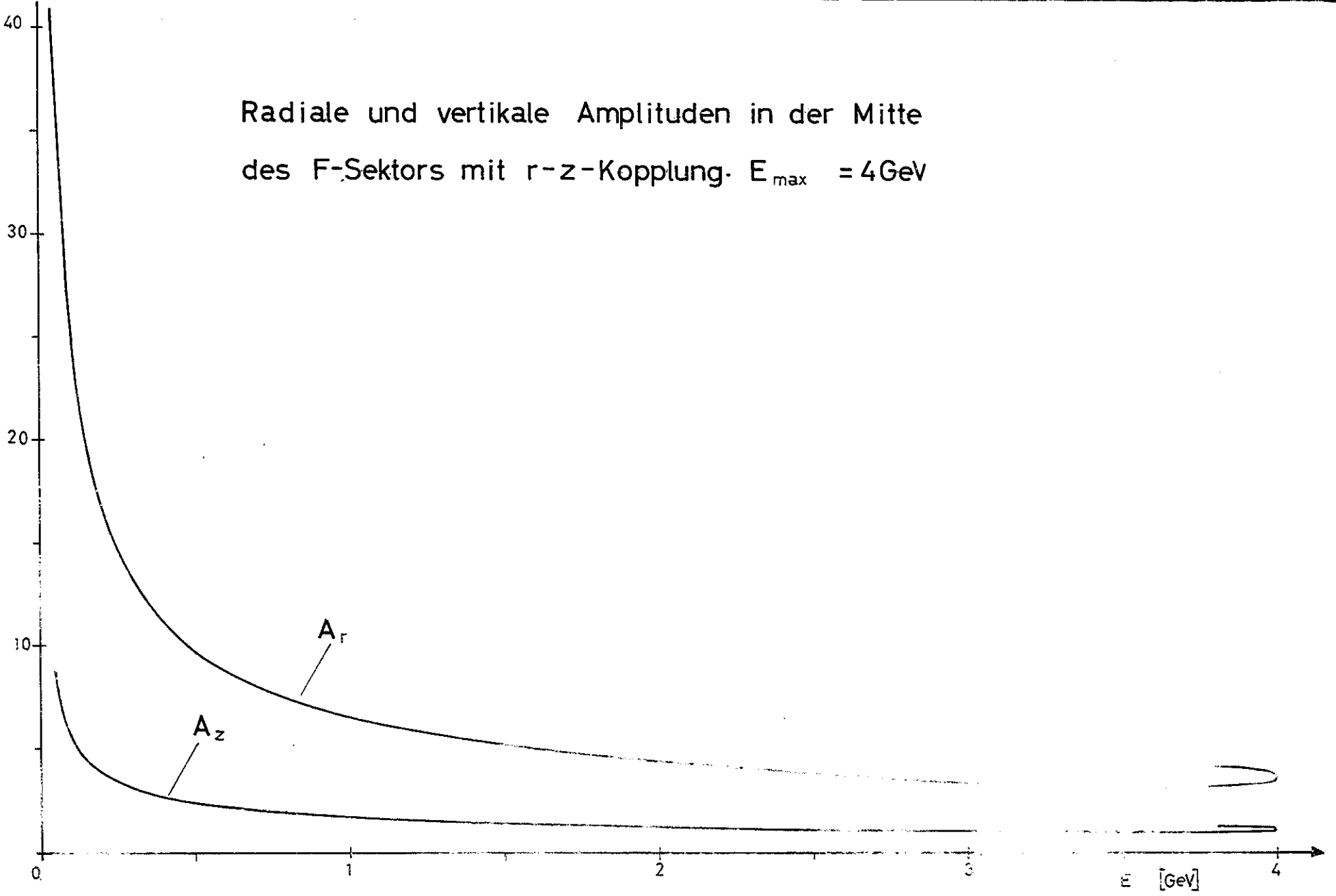
E [GeV]

8

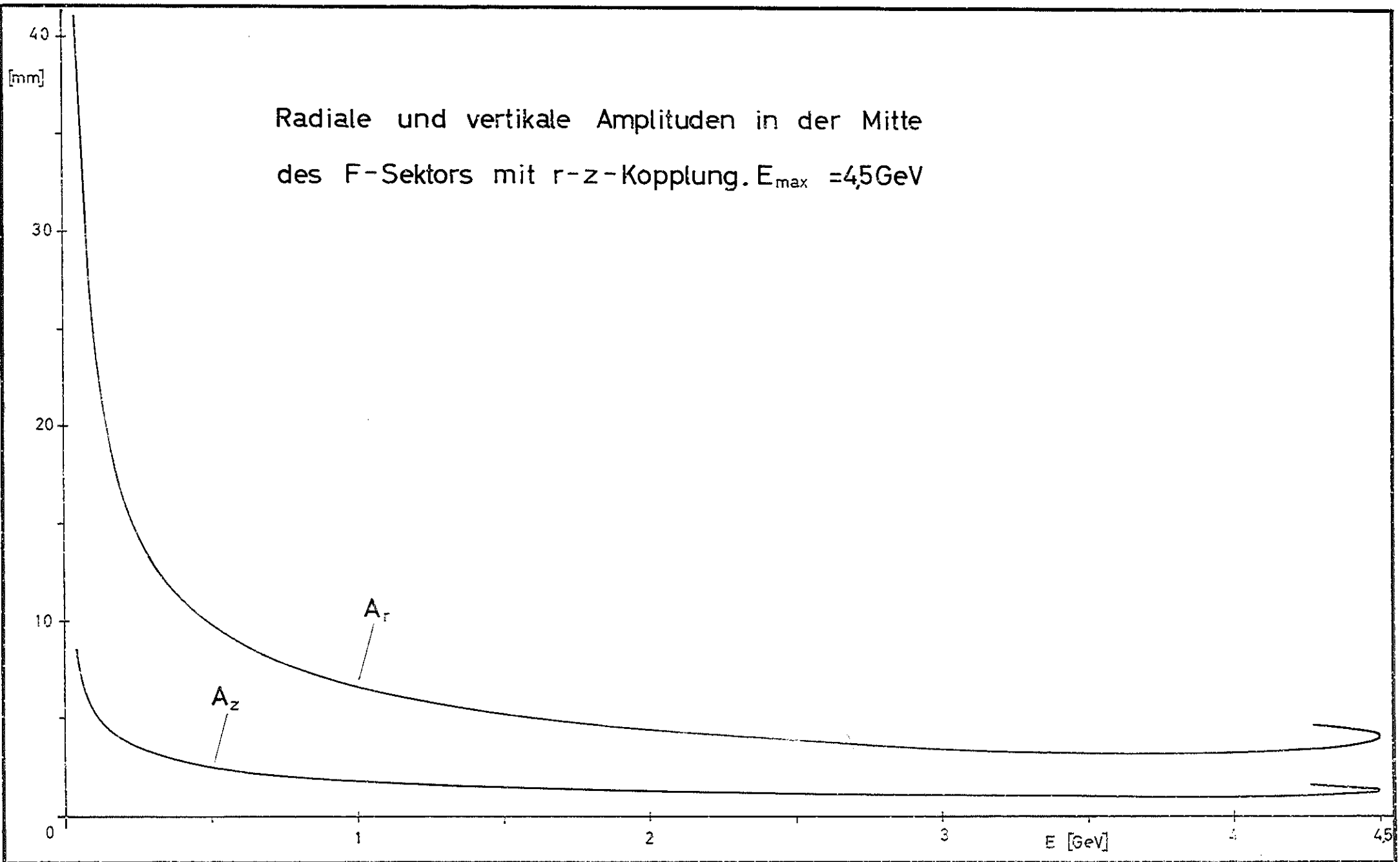


[mm]

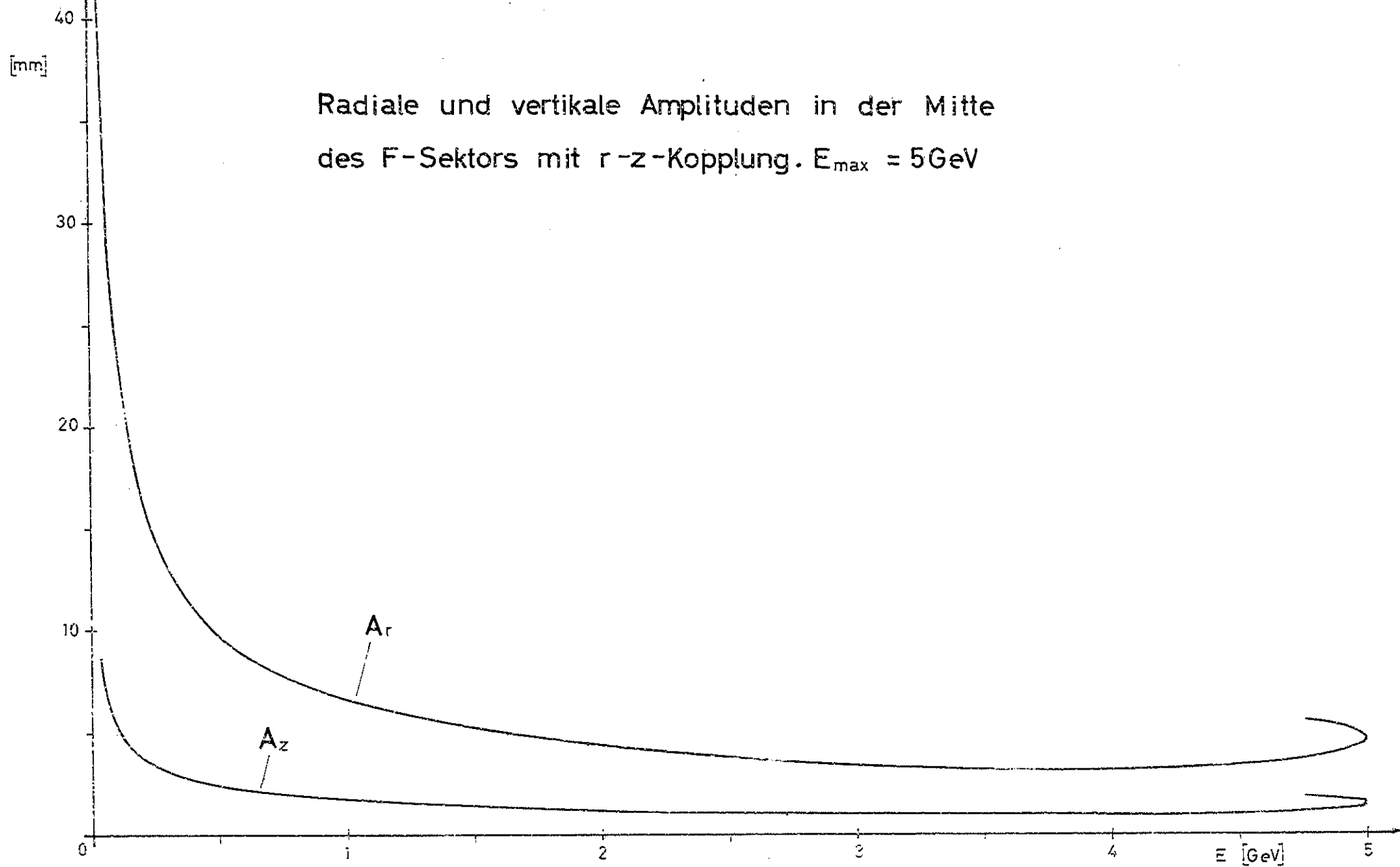
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors mit r-z-Kopplung. $E_{\max} = 4\text{GeV}$



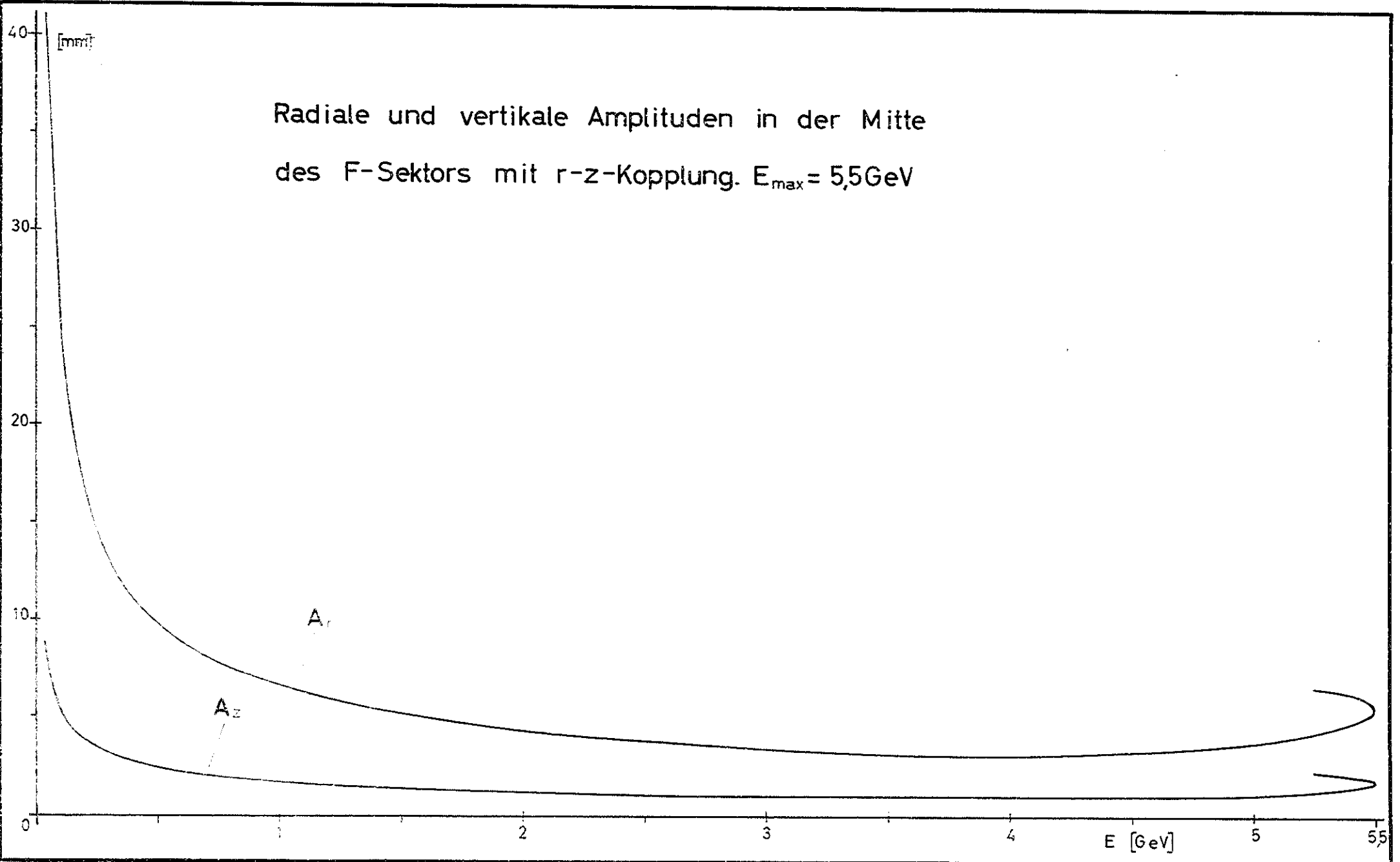
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors mit r-z-Kopplung. $E_{\max} = 4,5 \text{ GeV}$



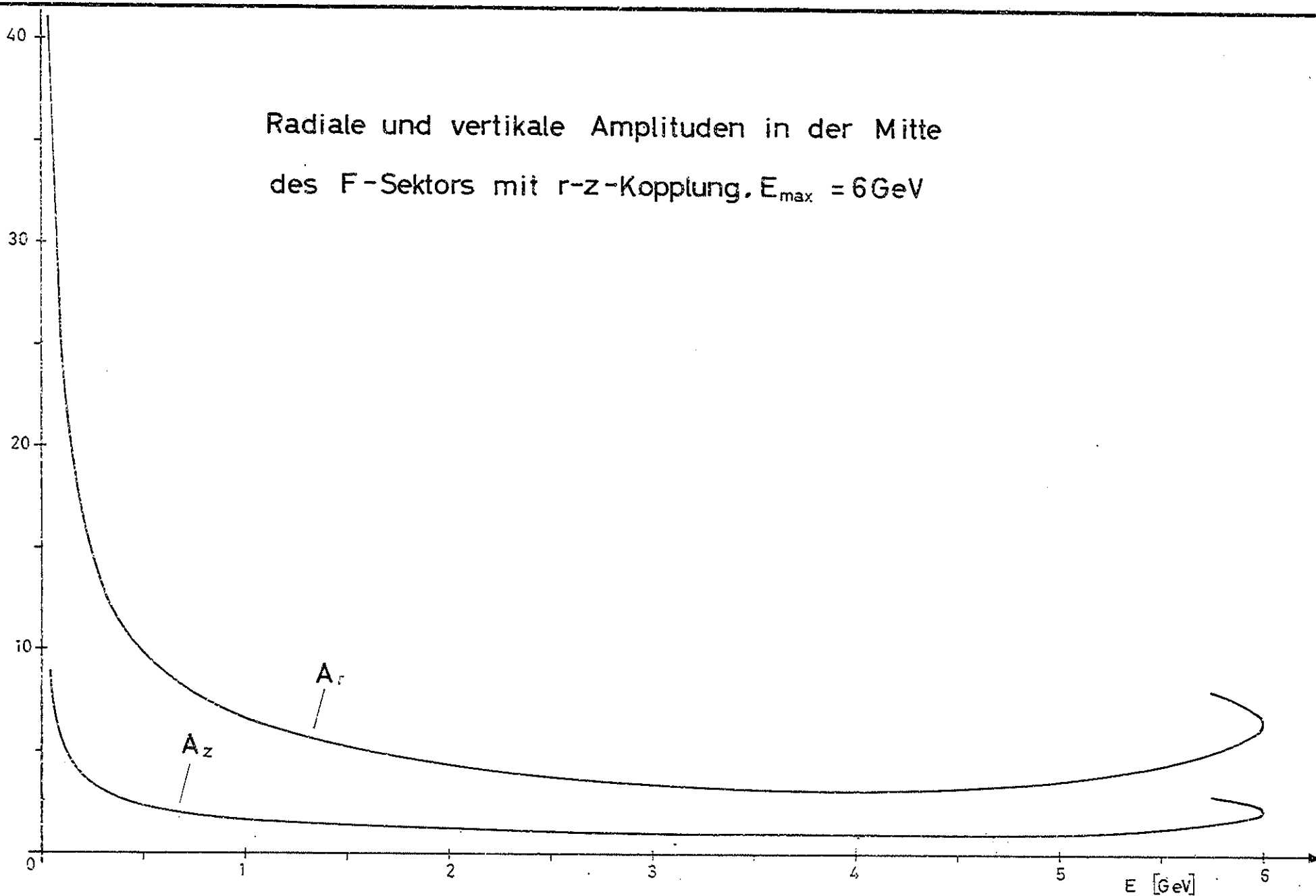
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors mit r-z-Kopplung. $E_{\max} = 5\text{ GeV}$



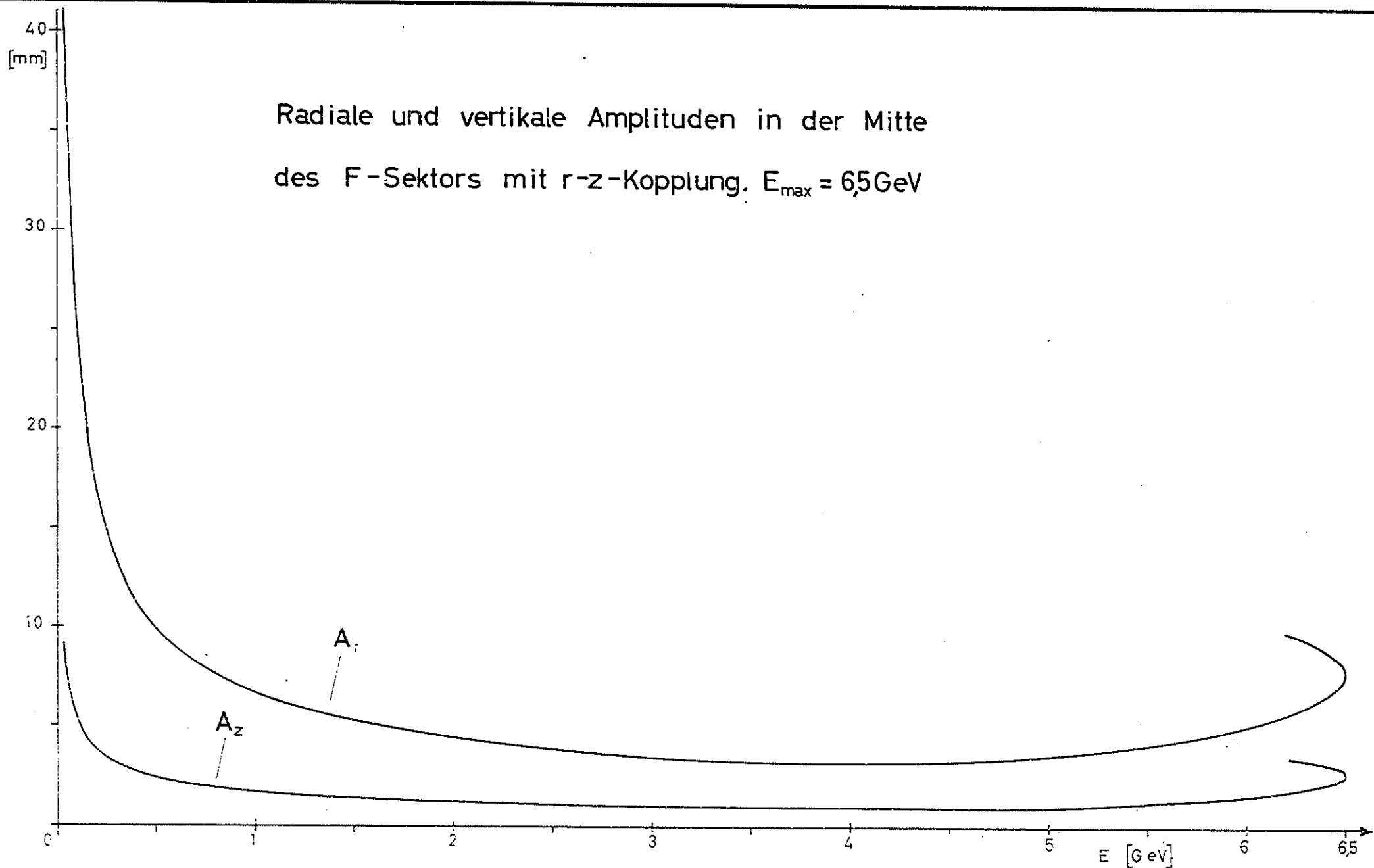
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors mit r-z-Kopplung. $E_{\max} = 5,5\text{GeV}$



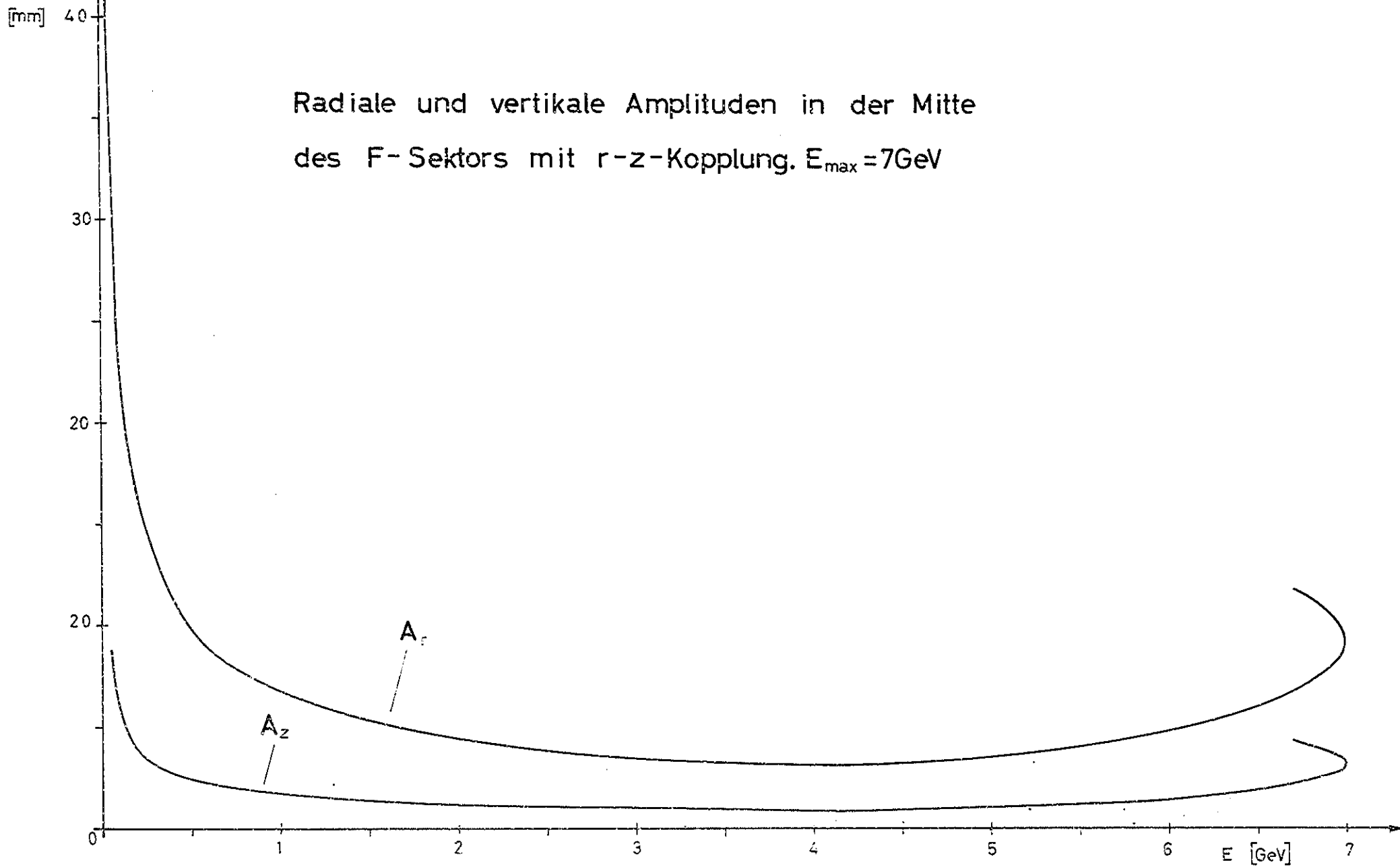
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors mit r-z-Kopplung, $E_{\max} = 6 \text{ GeV}$



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors mit r-z-Kopplung. $E_{\max} = 6,5\text{ GeV}$



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors mit r-z-Kopplung. $E_{\max} = 7\text{GeV}$



[mm] 40

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors mit r-z-Kopplung. $E_{\max} = 7,5 \text{ GeV}$

30

20

10

0

1

2

3

4

5

6

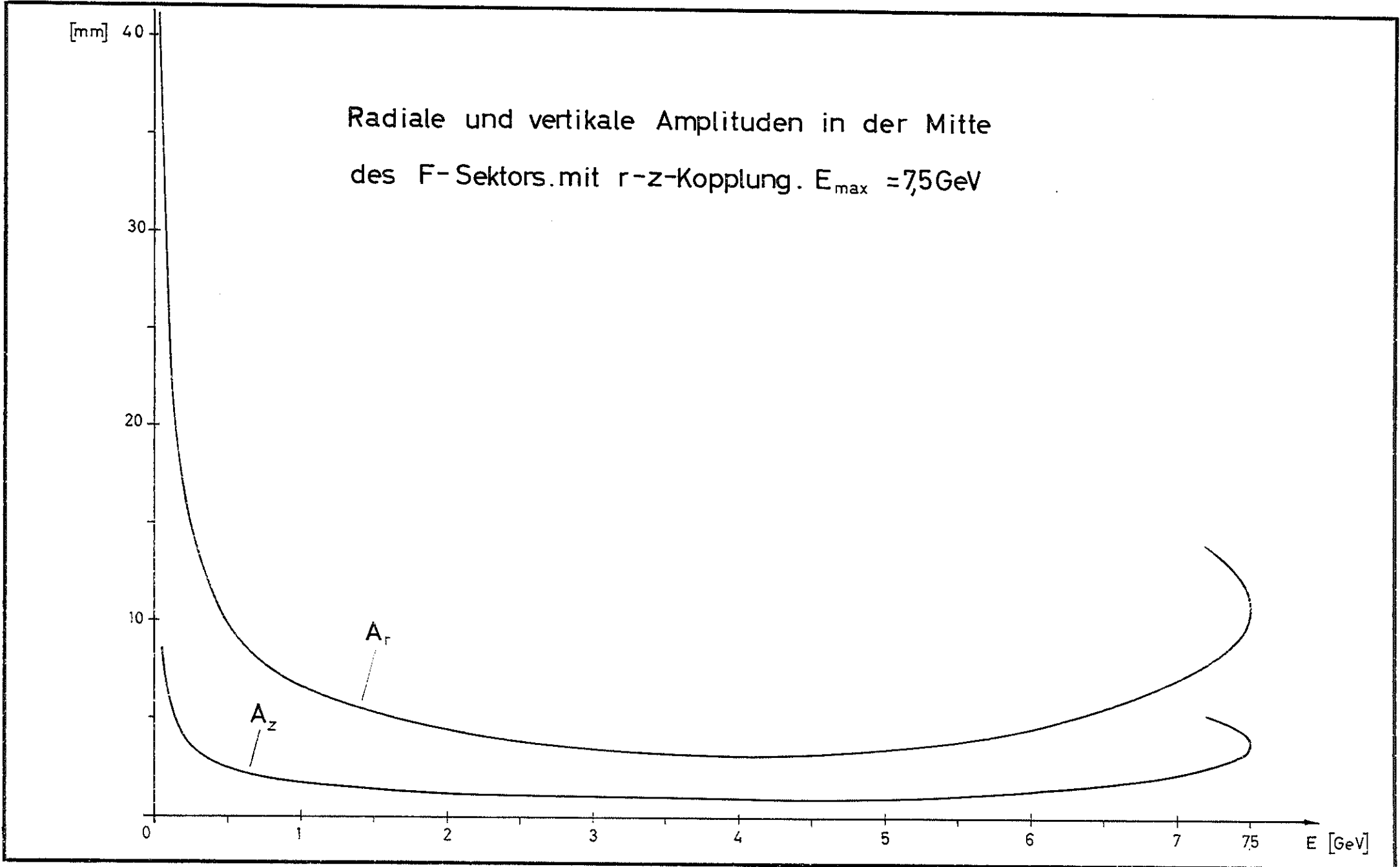
7

7,5

E [GeV]

A_z

A_r



[mm] 40

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des F-Sektors mit r-z-Kopplung. $E_{\max} = 7.8 \text{ GeV}$

30

20

10

0

A_z

A_r

E [GeV]

8

7

6

5

4

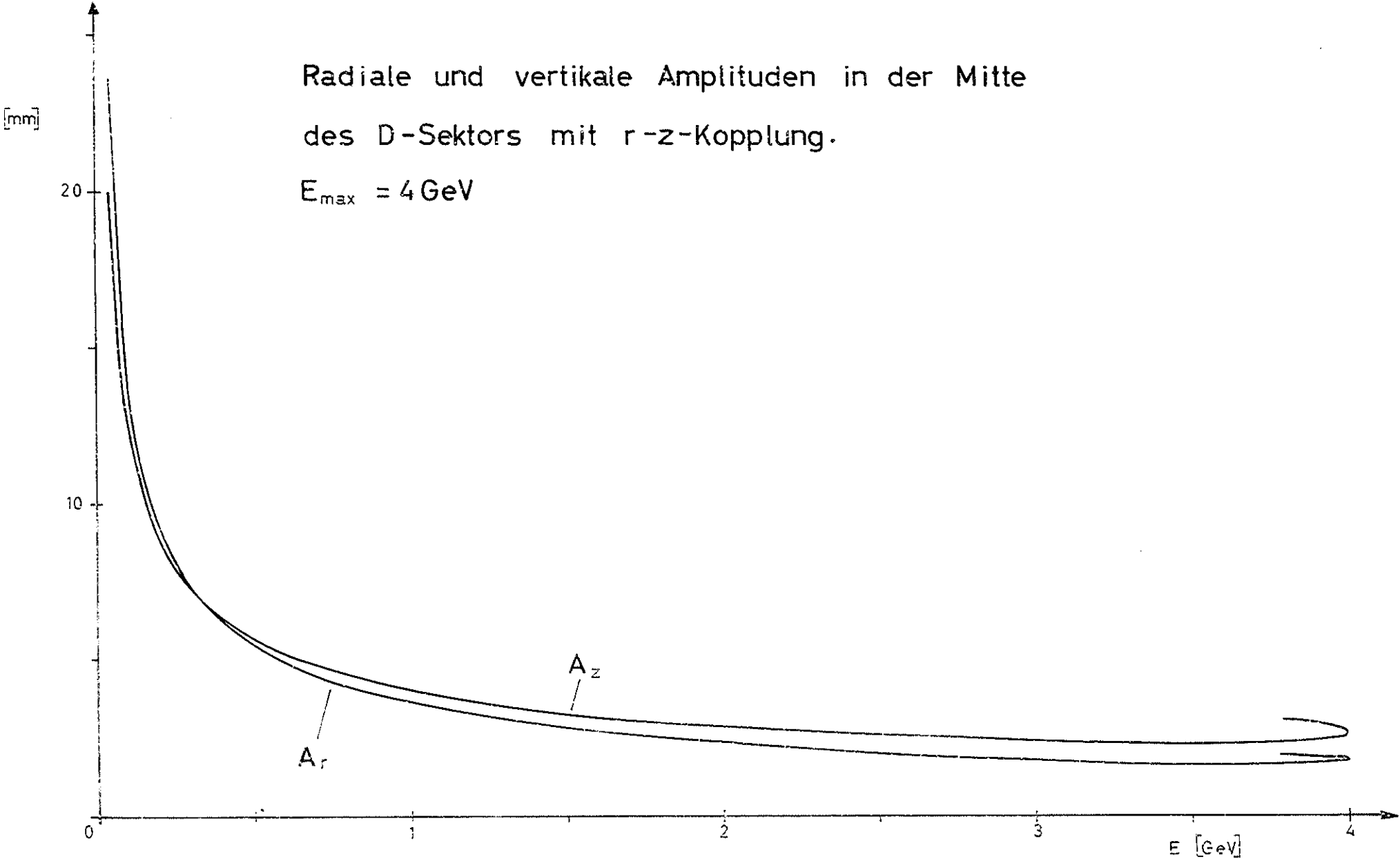
3

2

1

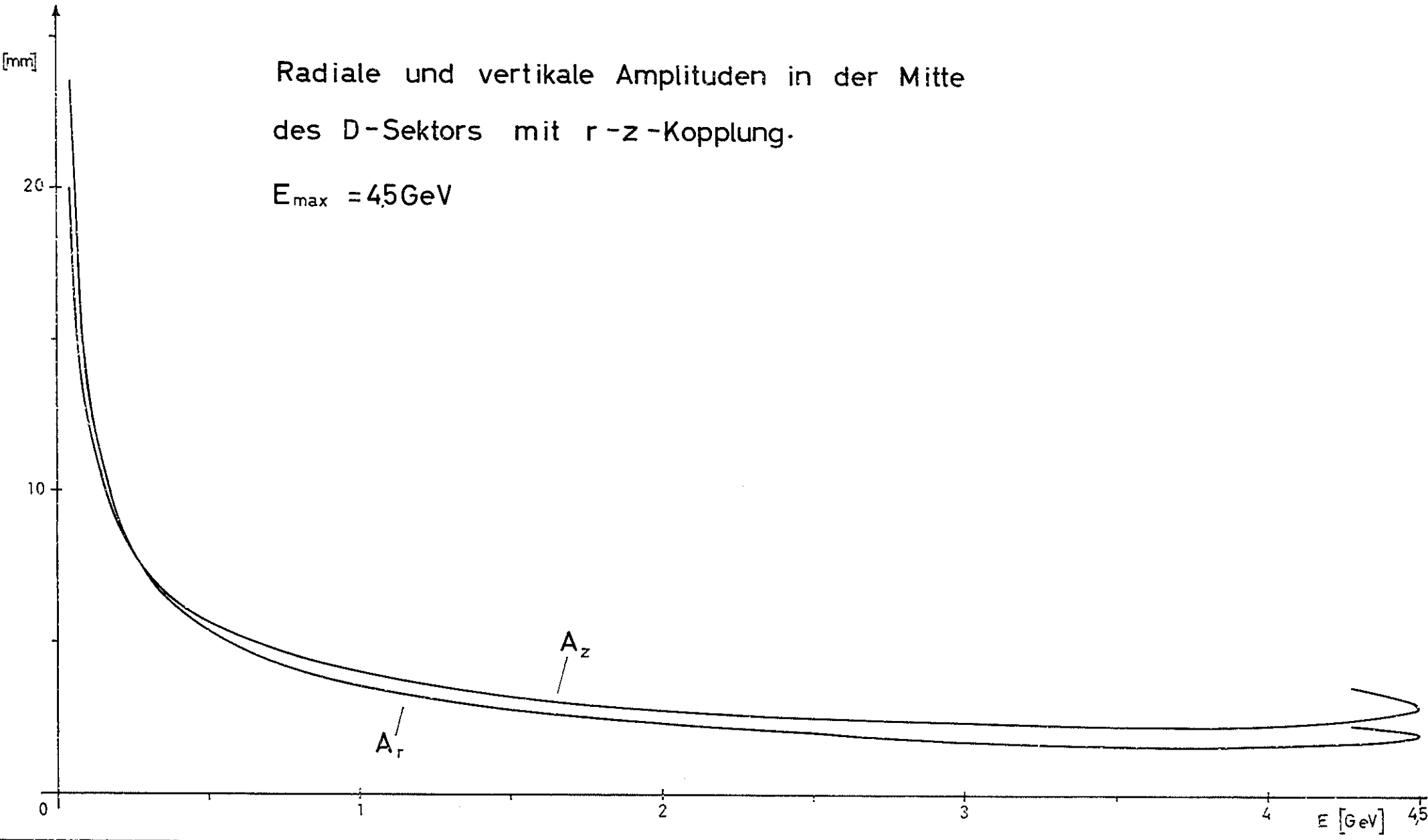
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors mit r-z-Kopplung.

$E_{\max} = 4 \text{ GeV}$



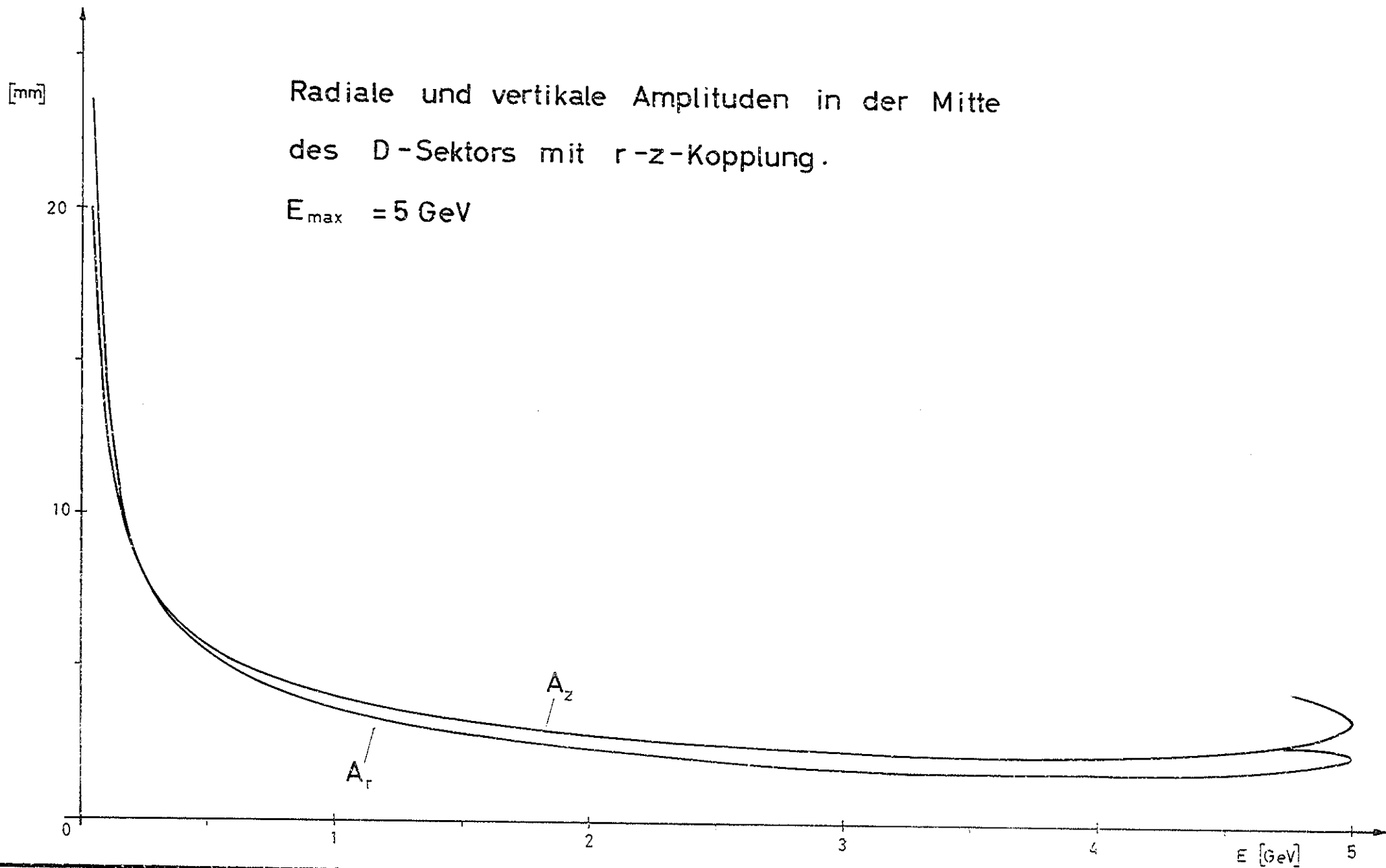
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors mit r-z-Kopplung.

$E_{\max} = 45 \text{ GeV}$



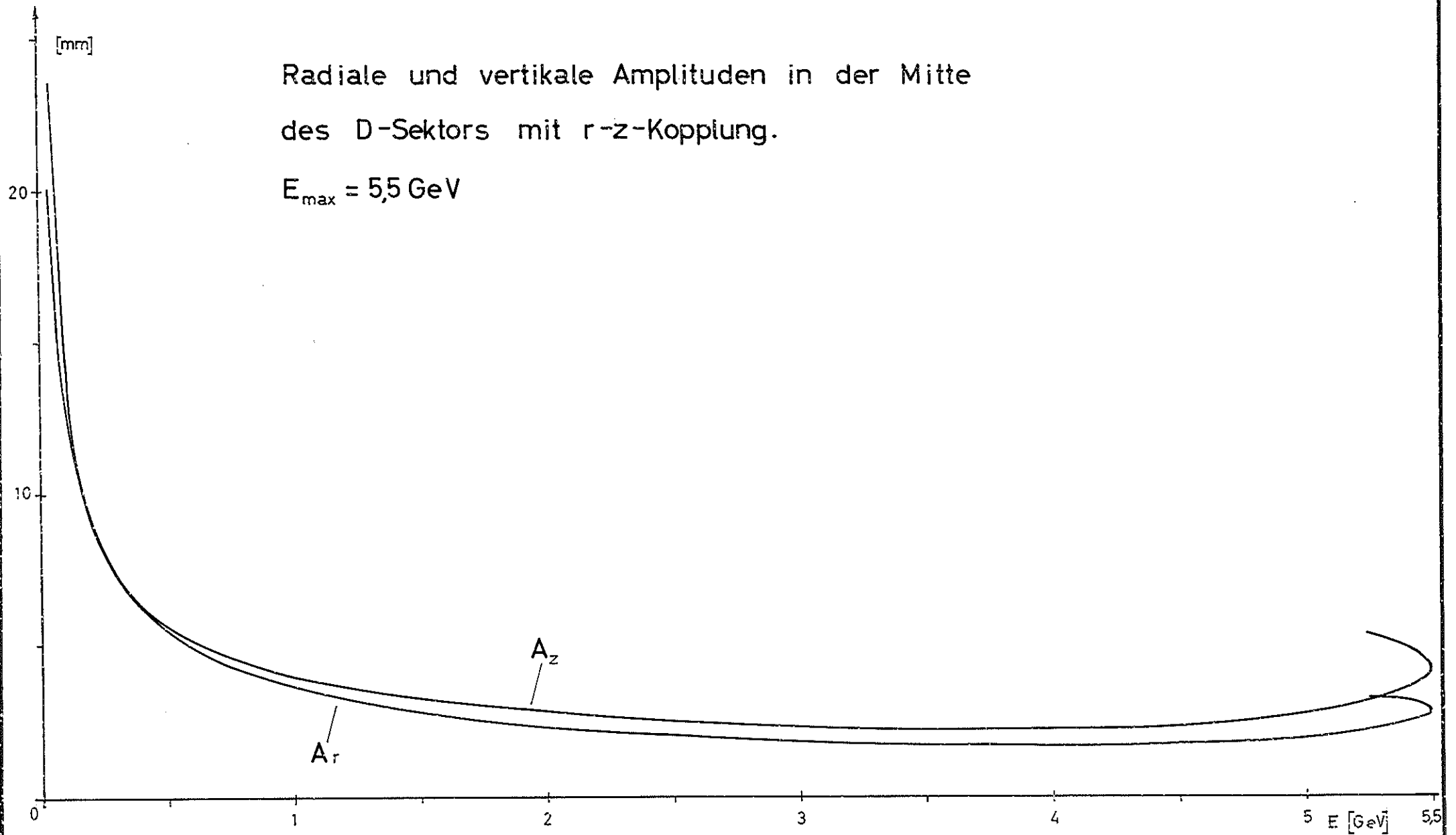
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors mit r-z-Kopplung.

$E_{\max} = 5 \text{ GeV}$



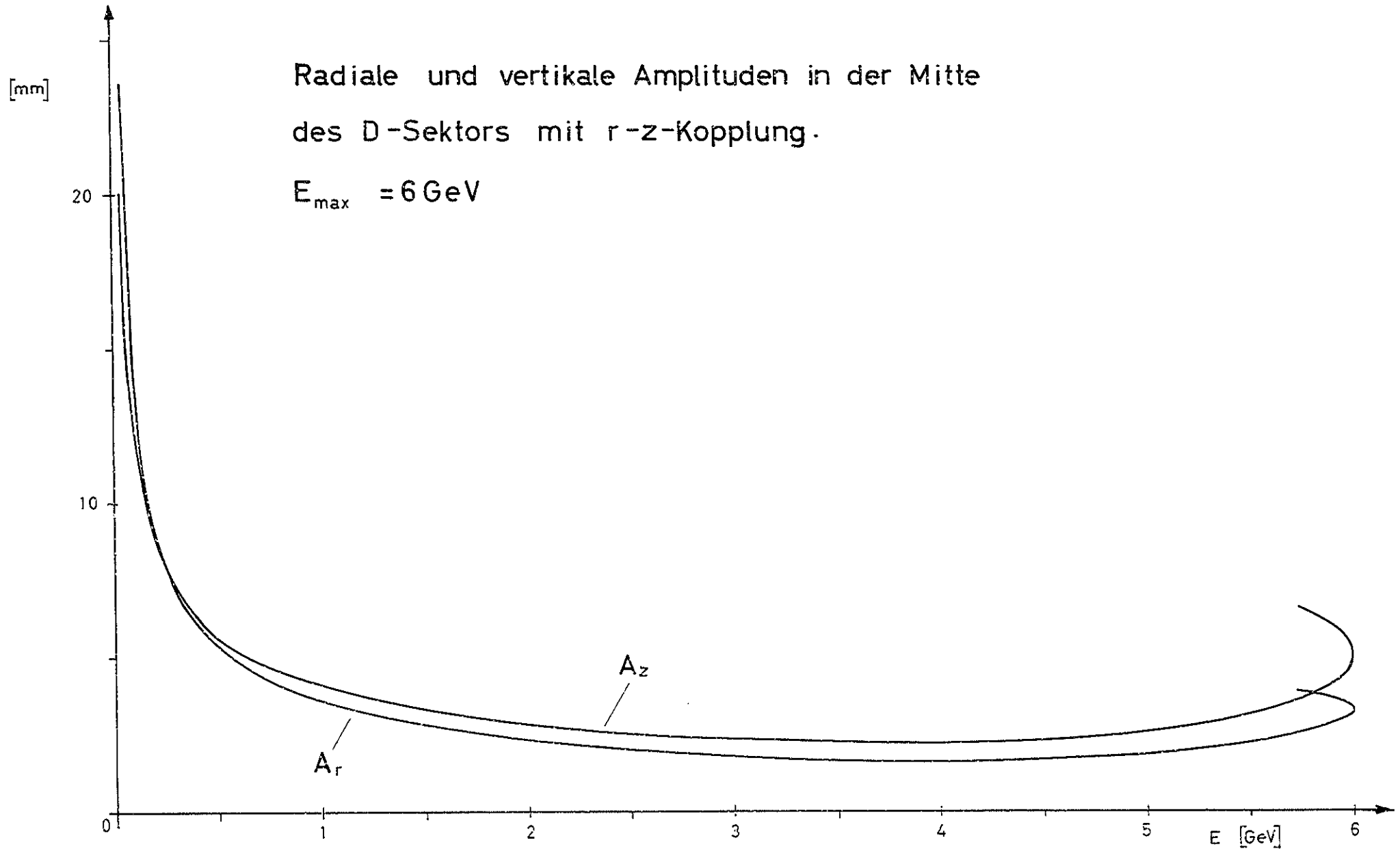
Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors mit r-z-Kopplung.

$E_{\max} = 5,5 \text{ GeV}$



Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors mit r-z-Kopplung.

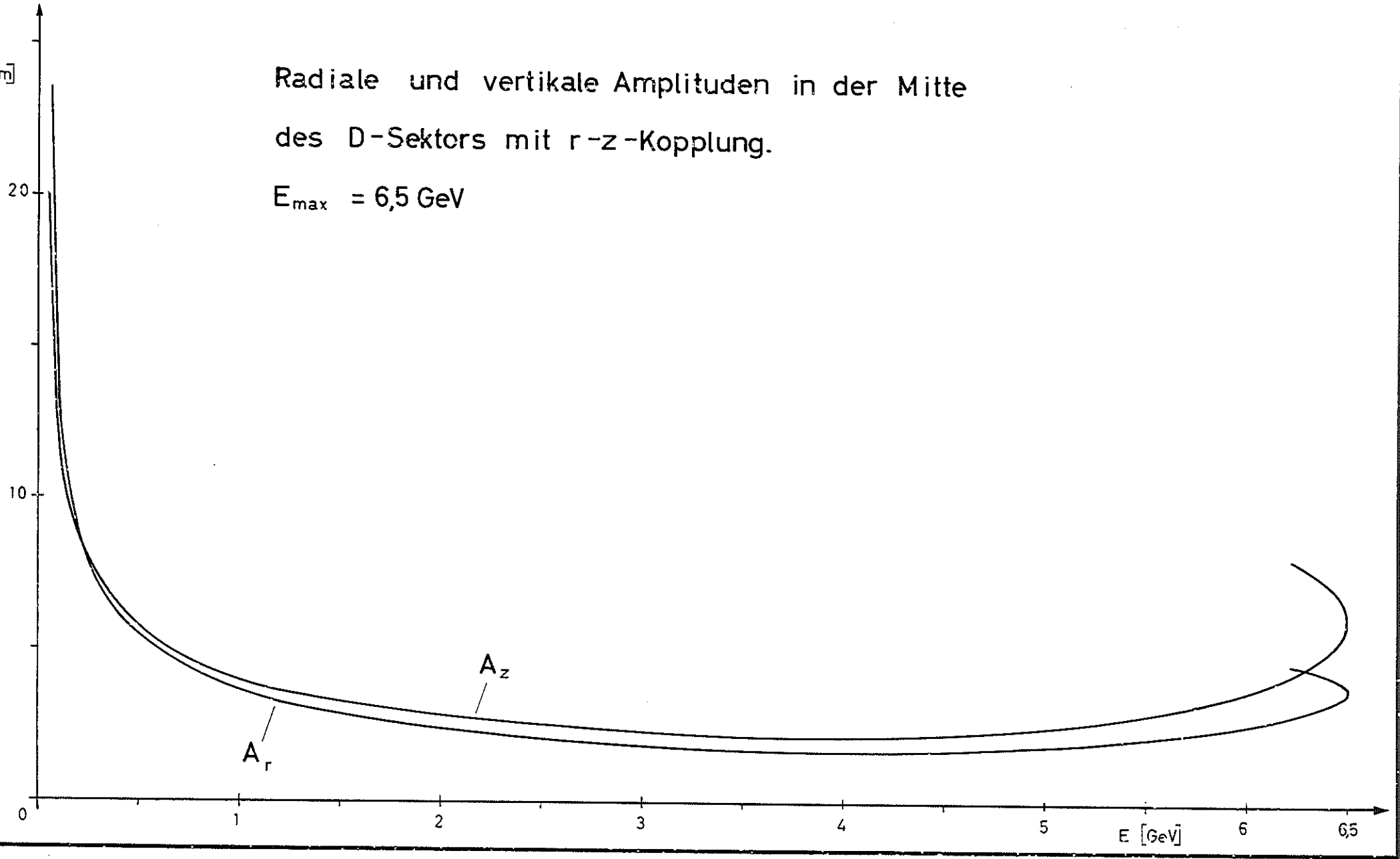
$E_{\max} = 6 \text{ GeV}$



[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors mit r-z-Kopplung.

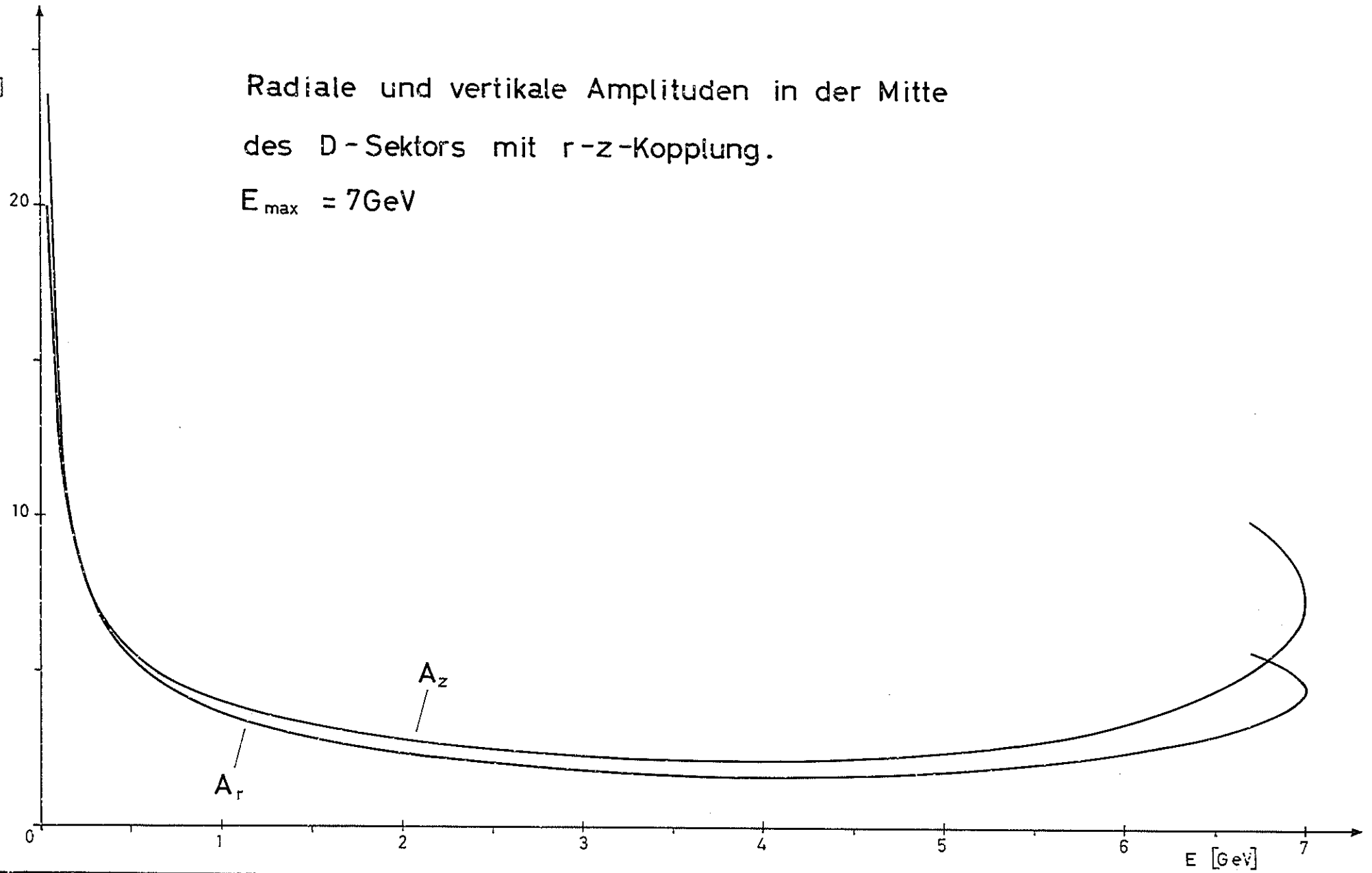
$E_{\max} = 6,5 \text{ GeV}$



[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors mit r-z-Kopplung.

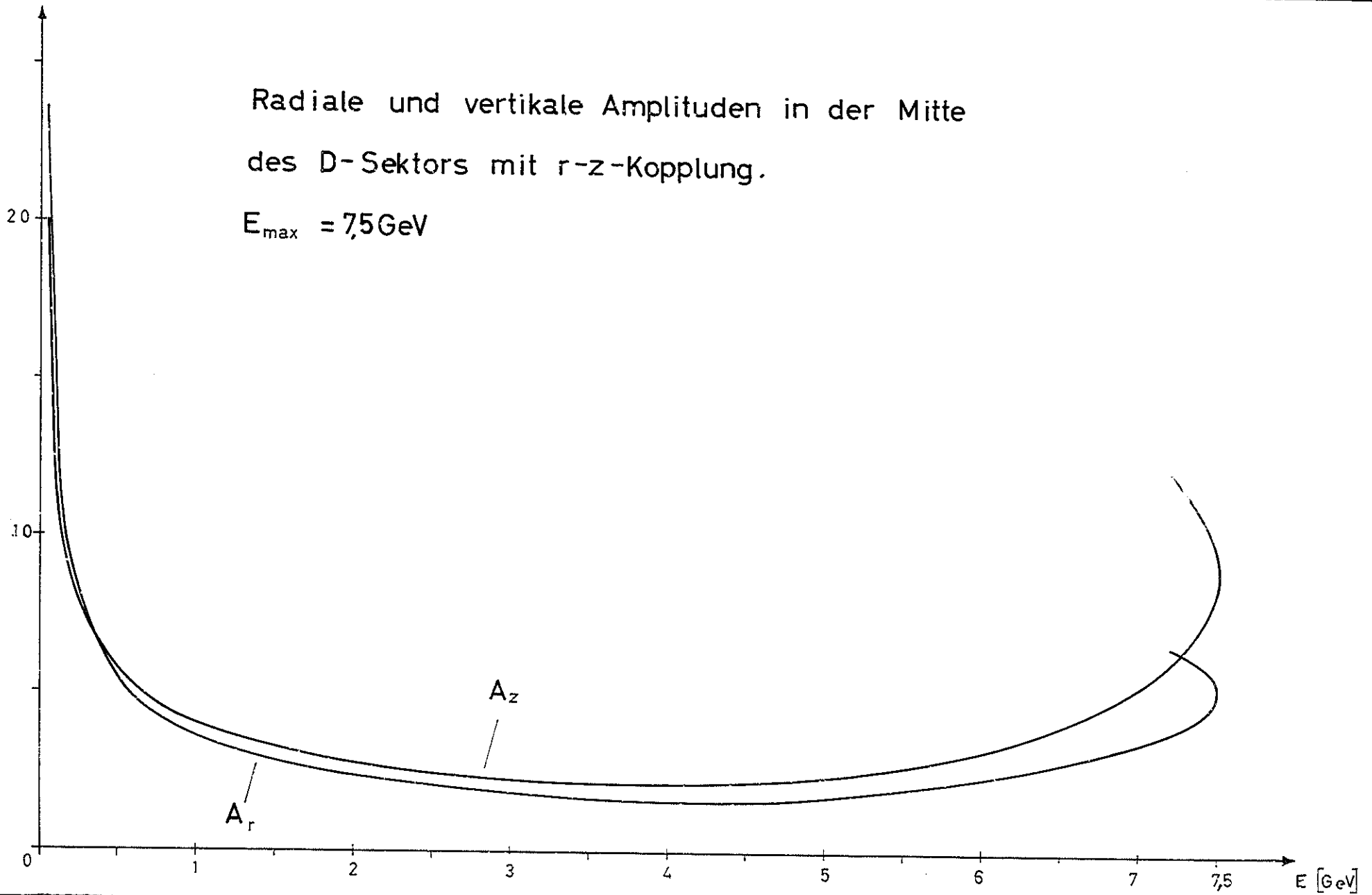
$E_{\max} = 7\text{GeV}$



[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors mit r-z-Kopplung.

$E_{\max} = 7,5 \text{ GeV}$



[mm]

Radiale und vertikale Amplituden in der Mitte
des D-Sektors mit r-z-Kopplung.

$E_{\max} = 7,8 \text{ GeV}$

