

Mikrogefüge-Richtreihen für Stäbe aus Titanlegierungen

Edition 2

Erstellt vom Technischen Ausschuß Europäischer Titanhersteller

Microstructural standards for titanium alloy bars

Edition 2

Prepared by the Technical Committee of European Titanium Producers

Microstructures types pour barres en alliages de titane

Edition 2

Préparé par le Comité Technique des Producteurs Européens de Titane

Publication ETTC 2

Vorwort

ETTC ist die Kurzbezeichnung für den *Technischen Ausschuß europäischer Titanhersteller*.

Die Mitgliedsfirmen dieses Ausschusses sind:

CEZUS S.A. Avenue Paul Girod - 73400 UGINE - FRANCE

DEUTSCHE TITAN GMBH Postfach 102252 - 45117 ESSEN - BRD

IMI TITANIUM Ltd. PO Box 704 Witton BIRMINGHAM B6 7UR - UK

Das Ziel des ETTC ist die Förderung der Titananwendung durch Veröffentlichung technischer Daten oder Informationen für Titanverbraucher. Diese Druckschriften werden gemeinsam von den ETTC-Mitgliedern herausgegeben.

ETTC bietet interessierten Titanverbrauchern an, sich wegen dieser ETTC-Druckschriften oder ergänzender Informationen an die Mitgliedsfirmen zu wenden, vorzugsweise über deren Verkaufsabteilungen.

ETTC dankt

TIG (Titanium Information Group) Unit 34, Middlemore Trading Estate, Smethwick, West Midlands B66 2EE - UK, für die Unterstützung bei der Herausgabe dieser Druckschrift und der **TIMET** für die Mikrogefügebilder der Titanlegierung TiV10Fe2Al3.

Forword

ETTC is the *Technical Committee of European Titanium Producers*.

The member companies are:

CEZUS S.A. Avenue Paul Girod - 73400 UGINE - FRANCE

DEUTSCHE TITAN GMBH Postfach 102252 - 45117 ESSEN - GERMANY

IMI TITANIUM Ltd. PO Box 704 Witton BIRMINGHAM B6 7UR - UK

The purpose of ETTC is the promotion of Titanium by publishing data or standards for Titanium and Titanium alloy users.

Documents such as this brochure are prepared jointly by the members of ETTC.

ETTC invites Titanium users seeking information to contact Members, preferably through their Sales Department, for ETTC brochures or other available data.

ETTC would like to acknowledge

TIG (Titanium Information Group) Unit 34, Middlemore Trading Estate, Smethwick, West Midlands B66 2EE - UK, for support in printing this brochure and **TIMET** for the micrographs provided on TiV10Fe2Al3.

Préface

ETTC est le *Comité Technique des Producteurs Européens de Titane*.

Les Sociétés Membres sont:

CEZUS S.A. Avenue Paul Girod - 73400 UGINE - FRANCE

DEUTSCHE TITAN GMBH Postfach 102252 - 45117 ESSEN - ALLEMAGNE

IMI TITANIUM Ltd. PO Box 704 Witton BIRMINGHAM B6 7UR - GB

Le but de ETTC est la promotion du Titane par la mise à disposition des utilisateurs de Titane et alliages à base de Titane de documentation. Cette documentation est élaborée en commun, telle cette brochure.

ETTC invite les utilisateurs en recherche d'information à demander les documentations existantes et à demander des informations complémentaires aux Sociétés Membres de préférence par le canal commercial.

ETTC remercie

TIG (Titanium Information Group) Unit 34, Middlemore Trading Estate, Smethwick, West Midlands B66 2EE - GB, d'avoir participé aux frais d'édition de cette brochure et **TIMET** pour les micrographies fournies pour TiV10Fe2Al3.

**Mikrogefüge-Richtreihen
für Stäbe aus Titanlegierungen**

**Microstructural standards
for titanium alloy bars**

**Microstructures types pour
barres en alliages de titane**

Publication ETTC 2, Edition 2

ERRATA

Seite 2:

Ersetzen Sie bitte Teil H durch den korrekten Wortlaut wie folgt:

- **Teil H** (Bilder H1-H8) gilt für Längsschliffe von Stäben über 100 bis einschließlich 300 mm Ø aus der Legierung TiAl6Sn2Zr4Mo2Si. Die Vergrößerung ist 100-fach.

Seite 29:

Bitte ersetzen Sie Bild E5 durch die unten stehende Gefügaufnahme.

Seite 31-33:

Die Bilder F1 bis F12 und G1 bis G6 sind irrtümlich mit 200-facher Vergrößerung angegeben. Entsprechend der Gebrauchsanleitung und Tabelle 1 ist die korrekte Vergrößerung 100-fach.

Page 2:

Please, replace Part H by the correct wording as follows:

- **Part H** (Figures H1-H8) applies to longitudinal sections of TiAl6Sn2Zr4Mo2Si alloy bar sizes greater than 100 mm upto and including 300 mm diameter. The magnification is X100.

Page 29:

Please replace micrograph E5 by the following standard.

Pages 31-33:

The micrographs F1 to F12 and G1 to G6 have been given the incorrect magnification of X200. In conformance with the guide and Table 1, the correct magnification is X100.

Page 6:

Dans la dernière phrase de la partie C lire "restreintes" au lieu de "restraintes".

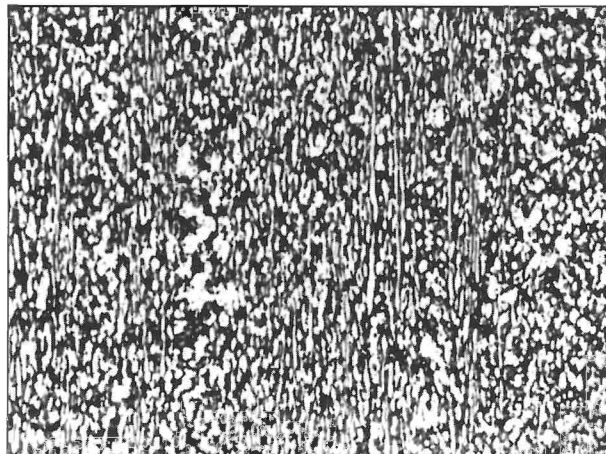
Page 29:

Veillez remplacer la figure E5 par la micrographie ci dessous.

Pages 31-33:

Les figures F1 à F12 et G1 à G6 ont pas erreur été marqués x 200. Conformément aux explications et au Tableau 1, les grossissements corrects sont x 100.

Bild / Figure E5:



E 5

x 200

Seite 3: Bitte ergänzen Sie in Tabelle 2 für Querschliffe unter Stabdurchmesser für den Bereich > 100 mm die Obergrenze ≤ 225 mm und für den Bereich > 225 mm die Obergrenze ≤ 360 mm entsprechend den Bereichsgrenzen für Längsschliffe wie folgt:

Tabelle 2: Abnahmegrenzen für das Mikrogefüge von Stäben aus der Titanlegierung TiAl6V4

Stabqualität	Abnahmegrenzen	Querschliffe			Längsschliffe		
		Stabdurchmesser ¹⁾			Stabdurchmesser ¹⁾		
		≤ 100	>100 mm ≤ 225 mm	> 225 mm ≤ 360 mm	≤ 100	>100 mm ≤ 225 mm	> 225 mm ≤ 360 mm
SQ/STQ	zulässig	A1-A19	B1-B22	B1-B25	—	—	—
	bedingt zulässig	—	B23-B24	B26-B27	—	—	—
	unzulässig	A20-A24	B25-B30	B28-B30	—	—	—
DQ	zulässig	A1-A9	—	—	AA1-AA6	C1-C9	C1-C13
	bedingt zulässig	A10-A16 B19-B24*	—	—	AA7-AA10 C1-C6*	C10-C14	C14-C19
	unzulässig	A17-A24	—	—	—	C15-C26	C20-C26

Die zunehmende Bedeutung von Titan in einer wachsenden Zahl von Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt, der Chemie- und Medizintechnik, dem allgemeinen Maschinen- und Gerätebau sowie im Off-shore-Bereich machen eine Revision der Druckschrift ETTC 2 erforderlich, die erstmalig 1979 herausgegeben wurde.

Der *Technische Ausschuß der europäischen Titanhersteller* ist daher übereingekommen, eine zweite Ausgabe dieser Druckschrift aufzulegen.

Die ursprünglichen Gefügebilder, basierend auf der Titanlegierung TiAl6V4, wurden mit einigen Änderungen der Abnahmegrenzen beibehalten, jedoch ergänzt durch zusätzliche Gefügaufnahmen von Längsschliffen an Stangen aus TiAl6V4 < 100 mm Ø und Beispielen typischer Mikrogefügeausbildung der Titanlegierungen TiAl4Mo4Sn2 und TiAl6Sn2Zr4Mo2Si.

Erstmals wurden auch typische Gefügebilder für β -Titanlegierungen aufgenommen. Als Beispiel dafür wurde die Legierung TiV10Fe2Al3 ausgewählt.

Diese neue Druckschrift soll zusammen mit den Druckschriften ETTC 3 und ETTC 4 (Ed. 2), Makrogefüge-Richtreihe für Stäbe bzw. Mikrogefüge-Richtreihen für Platten aus Titan und Titanlegierungen, Herstellern und Verbrauchern eine einheitliche Grundlage für die Bewertung der Gefügeausbildung von Halbzeugen aus Titanlegierungen an die Hand geben.

**Technischer Ausschuß Europäischer Titanhersteller
Essen - Birmingham - Ugine**

Oktober 1995

Preis DM 30,-

The increasing importance of titanium for a growing number of applications in the aerospace, chemical processing, medical, general engineering and offshore fields has highlighted the need for brochure ETTC 2, published originally in 1979 to be revised and reprinted.

The *Technical Committee of European Titanium Producers* has agreed to publish a second edition of the brochure.

The original photographs, based on TiAl6V4, have been retained with some modification to acceptance limits and have been supplemented by additional figures covering longitudinal structures of TiAl6V4 bars less than 100 mm Ø and typical microstructures of TiAl4Mo4Sn2 and TiAl6Sn2Zr4Mo2Si alloys.

Also included for the first time are microstructures typical of near- β alloys. TiV10Fe2Al3 has been chosen as an example.

The new publication compliments brochures ETTC 3 and ETTC 4 (Edition 2) covering macro and microstructural standards for $\alpha+\beta$ titanium alloy bars and plates respectively in providing producers and users with a basis for comparison of the structure of semi finished products in titanium alloys.

**Technical Committee of European Titanium Producers
Essen - Birmingham - Ugine**

October 1995 Price

£ 15,-

L'importance croissante du Titane pour des applications de plus en plus nombreuses dans des domaines comme l'aéronautiques et l'espace, le génie chimique, le biomédical, l'ingénierie ainsi que les applications "off-shore", a fait apparaître la nécessité de réviser et rééditer la brochure ETTC 2 publiée en 1979.

Le *Comité Technique des Producteurs Européens de Titane* a convenu de publier une édition révisée de cette brochure.

Une grande partie des micrographies originales de l'alliage TiAl6V4 a été retenue mais certaines figures ont été changées de même que certaines limites d'acceptation. Ces figures ont été complétées par des exemples de micrographies longitudinales de barres de TiAl6V4 de diamètre inférieur à 100 mm ainsi que par l'addition de micrographies typiques des alliages TiAl4Mo4Sn2 et TiAl6Sn2Zr4Mo2Si.

Une première approche des alliages quasi β est faite par la présentation de micrographies typiques de ce type d'alliage. Elles ont été obtenues avec un alliage TiV10Fe2Al3.

Associée aux brochures ETTC 3 et ETTC 4 (éd. 2), avec leurs standards macrographique et micrographique pour les barres et les plaques en alliages de Titane $\alpha+\beta$, cette publication aidera les producteurs et les utilisateurs dans l'évaluation comparative des structures de demi-produits en alliages de Titane.

**Comité Technique des Producteurs Européens de Titane
Essen - Birmingham - Ugine**

Octobre 1995

Prix FF 100,-

Anleitung für den Gebrauch der Mikrogefüge-Richtreihen

Diese Druckschrift enthält Mikrogefüge-Richtreihen für Stäbe aus Titanlegierungen gemäß den Festlegungen für Standard-Luftfahrt-Qualität (SQ/STQ) und Disk-Qualität (DQ/PQ), wie in ETTC 5 definiert. Die Richtreihen beruhen auf der Legierung TiAl6V4, können jedoch auch für andere $\alpha+\beta$ -Titanlegierungen wie TiAl6V6Sn2 angewendet werden. Besondere Gefügebeispiele sind für die Legierungen TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si und TiV10Fe2Al3 enthalten.

Die Richtreihen gliedern sich in zehn Teile **A** bis **I**. Darin sind die einzelnen Gefügaufnahmen fortlaufend numeriert, wie aus Tabelle 1 hervorgeht, die auch die jeweiligen Stababmessungen, die Lage der Schlitze und die jeweilige Vergrößerung enthält.

- **Teil A** (Bilder A1-A24) gilt für Querschliffe von Stäben bis einschließlich 100 mm \varnothing in SQ- und DQ-Qualität. Da solche Stäbe eine relativ feine Mikrogefügeausbildung aufweisen, wurde eine 200-fache Vergrößerung gewählt.
- **Teil AA** (Bilder AA1-AA10) wurde in dieser Ausgabe ergänzt, um auch Längsschliffe von Stäben bis einschließlich 100 mm \varnothing in DQ-Qualität darzustellen. Auch hier ist die Vergrößerung 200-fach.
- **Teil B** (Bilder B1-B30) gilt für Querschliffe von Stäben über 100 bis einschließlich 360 mm \varnothing und dient vorzugsweise der Bewertung von Gefügen in SQ-Qualität. Für Stäbe bis 225 mm \varnothing gelten engere Abnahmegrenzen. Die Vergrößerung ist 100-fach.
- **Teil C** (Bilder C1-C26) gilt für Längsschliffe von Stäben über 100 bis einschließlich 360 mm \varnothing und dient vorzugsweise der Bewertung von Gefügen in DQ-Qualität. Wie in Teil B gelten für Stäbe bis 225 mm \varnothing engere Abnahmegrenzen. Die Vergrößerung ist 100-fach.

Die Teile **D** bis **I** wurden in dieser Ausgabe ergänzt und gelten für die SQ- und DQ-Qualitäten der Legierungen TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si und TiV10Fe2Al3.

- **Teil D** (Bilder D1-D6) gilt für Querschliffe von Stäben bis einschließlich 100 mm \varnothing aus der Legierung TiAl4Mo4Sn2. Die Vergrößerung ist 200-fach.
- **Teil E** (Bilder E1-E8) gilt für Längsschliffe von Stäben bis einschließlich 100 mm \varnothing aus der Legierung TiAl4Mo4Sn2. Die Vergrößerung ist 200-fach.
- **Teil F** (Bilder F1-F12) gilt für Stäbe über 100 bis einschließlich 300 mm \varnothing aus der Legierung TiAl4Mo4Sn2 und ist sowohl für Quer- als auch für Längsschliffe anwendbar. Die Vergrößerung ist 100-fach.
- **Teil G** (Bilder G1-G6) gilt für Querschliffe von Stäben bis einschließlich 100 mm \varnothing aus der Legierung TiAl6Sn2Zr4Mo2Si. Die Vergrößerung ist 100-fach.
- **Teil H** (Bilder H1-H8) gilt für Längsschliffe von Stäben bis einschließlich 100 mm \varnothing aus der Legierung TiAl6Sn2Zr4Mo2Si. Die Vergrößerung ist 100-fach.
- **Teil I** (Bilder I1-I10) gilt für metastabile β -Legierungen wie TiV10Fe2Al3. Die Bilder stellen Längsschliffe von Stäben über 100 bis einschließlich 250 mm \varnothing dar. Die Vergrößerung ist unterschiedlich und im einzelnen angegeben.

Abnahmegrenzen sind in Tabelle 2 für TiAl6V4 und ähnliche $\alpha+\beta$ -Legierungen und in Tabelle 3 für die Legierungen TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si sowie für TiV10Fe2Al3 und andere β -Legierungen festgelegt. Darin ist auch angegeben, wenn besondere Gefügemerkmale bei gelegentlichem Auftreten akzeptabel sind (z. B. ein bis drei pro Quadratcentimeter der Probenoberfläche).

Diese Abnahmegrenzen beruhen auf den Erfahrungen im Gebrauch dieser Legierungen unter statischen und dynamischen Beanspruchungsbedingungen, die eine optimale Kombination von mechanischen Eigenschaften im $\alpha+\beta$ -Zustand erfordern. Für andere Anwendungen, z. B. bei großen Schmiedestücken oder rohrförmigen Bauteilen, können auch andere Gefügestände, wie sie in dieser Druckschrift nicht wiedergegeben sind, akzeptabel oder sogar empfehlenswert sein, einschließlich einer umgeformten β -Gefügestruktur.

Da es nicht möglich ist, alle Anwendungsfälle mit ihren Besonderheiten anzugeben, empfiehlt ETTC, sich im Bedarfsfall mit den Technikern oder Verkäufern Ihres Titanlieferanten in Verbindung zu setzen.

Tabelle 1: Abmessungsbereiche, Lage der Schlitze und Vergrößerung der Mikrogefüge-Richtreihen

Bild Nr.	Legierungstyp	Abmessungsbereich mm ¹⁾	Schliffrichtung	Vergrößerung
A1 - A24	TiAl6V4	≤ 100	quer (LT)	X 200
AA1 - AA10	TiAl6V4	≤ 100	längs (L)	X 200
B1 - B30	TiAl6V4	>100 ≤ 360	quer (LT)	X 100
C1 - C26	TiAl6V4	>100 ≤ 360	längs (L)	X 100
D1 - D6	TiAl4Mo4Sn2	≤ 100	quer (LT)	X 200
E1 - E8	TiAl4Mo4Sn2	≤ 100	längs (L)	X 200
F1 - F12	TiAl4Mo4Sn2	>100 ≤ 300	quer (LT) längs (L)	X 100
G1 - G6	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	≤ 100	quer (LT)	X 100
H1 - H8	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	> 100 ≤ 300	längs (L)	X 100
I1 - I10	TiV10Fe2Al3	> 100 ≤ 250	längs (L)	unterschiedlich

Tabelle 2: Abnahmegrenzen für das Mikrogefüge von Stäben aus der Titanlegierung TiAl6V4

Stabqualität	Abnahmegrenzen	Querschliffe			Längsschliffe		
		Stabdurchmesser ¹⁾			Stabdurchmesser ¹⁾		
		≤ 100	>100 mm	> 225 mm	≤ 100	>100 mm ≤ 225 mm	> 225 mm ≤ 360 mm
SQ/STQ	zulässig	A1-A19	B1-B22	B1-B25	—	—	—
	bedingt zulässig	—	B23-B24	B26-B27	—	—	—
	unzulässig	A20-A24	B25-B30	B28-B30	—	—	—
DQ	zulässig	A1-A9	—	—	AA1-AA6	C1-C9	C1-C13
	bedingt zulässig	A10-A16 B19-B24*	—	—	AA7-AA10 C1-C6*	C10-C14	C14-C19
	unzulässig	A17-A24	—	—	—	C15-C26	C20-C26

Tabelle 3: Abnahmegrenzen für das Mikrogefüge von Stäben aus den Titanlegierungen TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si und TiV10Fe2Al3

Legierung	Stabqualität	Abnahmegrenzen	Querschliffe		Längsschliffe	
			Stabdurchmesser ¹⁾		Stabdurchmesser ¹⁾	
			≤ 100	>100 mm ≤ 300mm	≤ 100	>100 mm ≤ 300mm
TiAl4Mo4Sn2	SQ und DQ	zulässig	D1-D5	F1-F8	E1-E7	F1-F8
		bedingt zulässig	—	F9-F12	—	F9-F12
		unzulässig	D6	—	E8	—
TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	SQ und DQ	zulässig	G1-G5	—	—	H1-H5
		bedingt zulässig	—	—	—	H6-H7
		unzulässig	G6	—	—	H8
TiV10Fe2Al3	SQ und DQ	zulässig	—	—	—	I1-I2
		bedingt zulässig	—	—	—	I3-I4
		unzulässig	—	—	—	I5-I10

1) Oder flächengleiche Querschnitte bei anderen als Rundstäben

*) Mikrogefüge, die bei 200-facher Vergrößerung Gefügebildern dieses Abmessungsbereiches ähnlich sind, sind zulässig, wenn die besonderen Gefügemerkmale nur gelegentlich auftreten.

SQ/STQ: Standard-Luffahrtqualität
DQ/PQ: Disk-Qualität/Premium-Qualität

Guide to the Microstructural Standards

The booklet contains microstructural standards for Standard Aircraft Quality (SQ/STQ) and Disc Quality (DQ/PQ) bars according to the definitions given in ETTC 5. The standards are based on TiAl6V4 but should be equally applicable to other $\alpha+\beta$ alloys such as TiAl6V6Sn2. Separate standards are included specifically for the alloys TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si and TiV10Fe2Al3.

The standards are divided into ten parts (identified **A** to **I**) in which individual photomicrographs are numbered consecutively as shown in Table 1, which also indicates the applicable bar size, sample direction and magnification.

- **Part A** (Figures A1-A24) applies to transverse sections of SQ and DQ bar upto and including 100 mm diameter. Since such bars have a relatively fine microstructure, a magnification of X200 is used.
- **Part AA** (Figures AA1-AA10) has been added to this new issue to cover longitudinal sections of DQ bar upto and including 100 mm diameter. The magnification is also X200.
- **Part B** (Figures B1-B30) applies to transverse sections of bar of diameter greater than 100 mm upto and including 360 mm and is intended primarily for classification of SQ microstructures in this size range. Tighter acceptance limits are proposed for sizes upto 225 mm diameter. The magnification is X100.
- **Part C** (Figures C1-C26) applies to longitudinal sections of bar of diameter greater than 100 mm upto and including 360 mm and is intended primarily for classification of DQ microstructures. As in Part B, tighter acceptance limits are proposed for sizes upto 225 mm diameter. The magnification is X100.

Parts **D** to **I** have been added to this new edition and can be used for both SQ and DQ TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si and TiV10Fe2Al3 alloys.

- **Part D** (Figures D1-D6) applies to transverse sections of TiAl4Mo4Sn2 alloy bar upto and including 100 mm diameter. The magnification is X200.
- **Part E** (Figures E1-E8) applies to longitudinal sections of TiAl4Mo4Sn2 alloy bar upto and including 100 mm diameter. The magnification is X200.
- **Part F** (Figures F1-F12) covers TiAl4Mo4Sn2 alloy bar sizes greater than 100 mm upto and including 300 mm diameter and is applicable to both transverse and longitudinal sections. The magnification is X100.
- **Part G** (Figures G1-G6) applies to transverse sections of TiAl6Sn2Zr4Mo2Si alloy bar upto and including 100 mm diameter. The magnification is X100.
- **Part H** (Figures H1-H8) applies to longitudinal sections of TiAl6Sn2Zr4Mo2Si alloy bar upto and including 100 mm diameter. The magnification is X100.
- **Part I** (Figures I1-I10) covers metastable β type alloys such as TiV10Fe2Al3. The photomicrographs show longitudinal sections of bar sizes greater than 100 mm upto and including 250 mm diameter. The magnification is variable and stated individually.

Acceptance limits are defined in Table 2 for TiAl6V4 and similar $\alpha+\beta$ alloys and in Table 3 for TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si and also for TiV10Fe2Al3 and other β type alloys. Where appropriate, microstructures considered acceptable as occasional features are also indicated (for example, one to three per square centimetre of sample surface).

These acceptance limits are based on experience of the use of the alloys in static and dynamic applications requiring the optimum combination of mechanical properties in the $\alpha+\beta$ condition. For other applications, for example larger forgings or tubular structures, other microstructures not listed in this brochure may be acceptable or recommended including transformed beta structures.

Since it is not possible to specify all applications or particular conditions of use, ETTC recommends users requiring further guidance to contact the technical or sales personnel of their titanium supplier.

Table 1: Applicable diameter, sample direction and magnification of microstructural standards

Figure numbers	Type of alloy	Applicable diameter mm ¹⁾	Direction of section examined	Magnification
A1 - A24	TiAl6V4	≤ 100	transverse (LT)	X 200
AA1 - AA10	TiAl6V4	≤ 100	longitudinal (L)	X 200
B1 - B30	TiAl6V4	>100 ≤ 360	transverse (LT)	X 100
C1 - C26	TiAl6V4	>100 ≤ 360	longitudinal (L)	X 100
D1 - D6	TiAl4Mo4Sn2	≤ 100	transverse (LT)	X 200
E1 - E8	TiAl4Mo4Sn2	≤ 100	longitudinal (L)	X 200
F1 - F12	TiAl4Mo4Sn2	>100 ≤ 300	transverse (LT) longitudinal (L)	X 100
G1 - G6	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	≤ 100	transverse (LT)	X 100
H1 - H8	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	> 100 ≤ 300	longitudinal (L)	X 100
I1 - I10	TiV10Fe2Al3	> 100 ≤ 250	longitudinal (L)	variable

Table 2: Microstructural acceptance limits for bars of titanium alloy TiAl6V4

Bar quality	Microstructural standard	Transverse micrographs			Longitudinal micrographs		
		Bar diameter ¹⁾			Bar diameter ¹⁾		
		≤ 100	>100 mm ≤ 225 mm	> 225 mm ≤ 360 mm	≤ 100	>100 mm ≤ 225 mm	> 225 mm ≤ 360 mm
SQ/STQ	acceptable	A1-A19	B1-B22	B1-B25	—	—	—
	occasional	—	B23-B24	B26-B27	—	—	—
	unacceptable	A20-A24	B25-B30	B28-B30	—	—	—
DQ	acceptable	A1-A9	—	—	AA1-AA6	C1-C9	C1-C13
	occasional	A10-A16 B19-B24*	—	—	AA7-AA10 C1-C6*	C10-C14	C14-C19
	unacceptable	A17-A24	—	—	—	C15-C26	C20-C26

Table 3: Microstructural acceptance limits for bars of titanium alloys TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si and TiV10Fe2Al3

Alloy	Bar quality	Microstructural standard	Transverse micrographs		Longitudinal micrographs	
			Bar diameter ¹⁾		Bar diameter ¹⁾	
			≤ 100	>100 mm ≤ 300 mm	≤ 100	>100 mm ≤ 300mm
TiAl4Mo4Sn2	SQ and DQ	acceptable	D1-D5	F1-F8	E1-E7	F1-F8
		occasional	—	F9-F12	—	F9-F12
		unacceptable	D6	—	E8	—
TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	SQ and DQ	acceptable	G1-G5	—	—	H1-H5
		occasional	—	—	—	H6-H7
		unacceptable	G6	—	—	H8
TiV10Fe2Al3	SQ and DQ	acceptable	—	—	—	I1-I2
		occasional	—	—	—	I3-I4
		unacceptable	—	—	—	I5-I10

1) Or equivalent cross sectional area for other than round bars

*) Structures viewed at a magnification of X200 and similar to micrographs in this range are acceptable as occasional features.

SQ/STQ: Standard Aircraft Quality
DQ/PQ: Disc Quality/Premium Quality

Guide pour l'Utilisation des Micrographies Types

Cette brochure contient des micrographies typiques pour des barres d'alliages pour des applications dans le grade ou qualité standard aéronautique SQ/STQ ou de la qualité disques DQ/PQ - voir définitions dans ETTC 5. Les références proviennent de l'alliage TiAl6V4 mais sont applicables à d'autres alliages $\alpha+\beta$ tels que TiAl6V6Sn2. Des exemples spécifiques ont été introduits pour les alliages TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si et TiV10Fe2Al3.

Les exemples sont répartis en dix parties (identifiées de **A** à **I**) dans lesquelles les figures sont numérotées de façon consécutive comme le montre le Tableau 1. Celui-ci présente aussi les domaines de dimensions concernées, le sens du prélèvement et le grossissement.

- **Partie A** (Figures A1-A24) Elle s'applique aux sections transversales de barres de diamètre inférieur ou égal à 100 mm pour des applications SQ et DQ. Comme ces barres présentent des microstructures relativement fines, on a utilisé le grossissement x 200.
- **Partie AA** (Figures AA1-AA10) Cette partie a été rajoutée dans cette édition pour les sections longitudinales de barres DQ de diamètre inférieur ou égal à 100 mm. Le grossissement utilisé est x 200.
- **Partie B** (Figures B1-B30) Elle s'applique aux barres de diamètre supérieur à 100 mm jusqu'à et y compris 360 mm. Elle est destinée essentiellement à décrire les micrographies des barres de qualité SQ dans cet intervalle de dimensions. Des limites d'acceptations plus restreintes sont proposées pour les diamètres inférieurs à 225 mm. Le grossissement est x 100.
- **Partie C** (Figures C1-C26) Elle s'applique aux micrographies de sections longitudinales de barres de diamètre supérieur à 100 mm et inférieur ou égal à 360 mm. Ces images décrivent de façon privilégiée les microstructures de barres pour application disques (DQ). Des limites d'acceptation plus restreintes sont proposées pour les diamètres inférieurs à 225 mm. Le grossissement est x 100.

Les parties **D** à **I** sont nouvelles dans cette édition. Elles peuvent s'appliquer aux qualités Standard (SQ) et Disques (DQ) des alliages TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si et TiV10Fe2Al3.

- **Partie D** (Figures D1-D6) Elle s'applique aux sections transversales de barres de diamètre inférieur ou égal à 100 mm de l'alliage TiAl4Mo4Sn2. Le grossissement est x 200.
- **Partie E** (Figures E1-E8) Elle s'applique aux sections longitudinales de barres de diamètre inférieur ou égal à 100 mm de l'alliage TiAl4Mo4Sn2. Le grossissement est x 200.
- **Partie F** (Figures F1-F12) Elle décrit les micrographies transversales ou longitudinales des barres de diamètre supérieur à 100 mm et inférieur ou égal à 300 mm de l'alliage TiAl4Mo4Sn2. Le grossissement est x 100.
- **Partie G** (Figures G1-G6) Elle présente des micrographies typiques de sections transversales de barres de diamètre inférieur ou égal à 100 mm de l'alliage TiAl6Sn2Zr4Mo2Si. Le grossissement est x 100.
- **Partie H** (Figures H1-H8) Elle présente des micrographies de sections longitudinales de barres de diamètre supérieur à 100 et inférieur ou égal à 300 mm de l'alliage TiAl6Sn2Zr4Mo2Si. Le grossissement est x 100.
- **Partie I** (Figures I1-I10) Elle s'applique aux alliages de type β métastable tel que TiV10Fe2Al3. Les micrographies sont des sections longitudinales de barres de diamètre compris entre 100 et 250 mm. Le grossissement variable est indiqué.

Les limites d'acceptation sont définies dans le Tableau 2 pour l'alliage TiAl6V4 ou autres alliages $\alpha+\beta$ assimilables et dans le Tableau 3 pour les alliages TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si, ainsi que pour l'alliage TiV10Fe2Al3 ou autres alliages de type β . Pour certains cas on présente des types de microstructures acceptables lorsqu'elles sont occasionnelles (par exemple présentes à raison de 1 à 3 fois par centimètre carré de surface d'échantillon observé).

Les limites d'acceptation proposées sont basées sur l'expérience de l'utilisation de ces alliages transformés dans le domaine $\alpha +\beta$ pour présenter un optimum de caractéristiques mécaniques pour des applications statiques ou dynamiques. Pour des applications plus spécifiques par exemple des pièces forgées de plus grande dimensions ou des tubes, d'autres microstructures présentées comme non acceptables ou non présentées dans cette brochure telles des structures β transformées, peuvent être acceptables voire recommandées.

Comme il n'est pas possible de prévoir toutes les applications ou conditions d'utilisation spécifiques, ETTC vous invite à vous renseigner auprès du personnel technique ou de vente de votre fournisseur de Titane.

Tableau 1: Intervalles de diamètres, direction d'observation et grossissement des images types

Numéros figures	Type d'alliage	Diamètres concernés ¹⁾	Sens d'observation	Grossissement
A1 - A24	TiAl6V4	≤ 100	transversal (LT)	X 200
AA1 - AA10	TiAl6V4	≤ 100	longitudinal (L)	X 200
B1 - B30	TiAl6V4	>100 ≤ 360	transversal (LT)	X 100
C1 - C26	TiAl6V4	>100 ≤ 360	longitudinal (L)	X 100
D1 - D6	TiAl4Mo4Sn2	≤ 100	transversal (LT)	X 200
E1 - E8	TiAl4Mo4Sn2	≤ 100	longitudinal (L)	X 200
F1 - F12	TiAl4Mo4Sn2	>100 ≤ 300	transversal (LT) longitudinal (L)	X 100
G1 - G6	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	≤ 100	transversal (LT)	X 100
H1 - H8	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	> 100 ≤ 300	longitudinal (L)	X 100
I1 - I10	TiV10Fe2Al3	> 100 ≤ 250	longitudinal (L)	variable

Tableau 2: Limites d'acceptation pour les microstructures de barres en alliage de titane TiAl6V4

Qualité des barres	Microstructures type	Micrographies transversales			Micrographies longitudinales		
		Diamètre de barres ¹⁾			Diamètre de barres ¹⁾		
		≤ 100	>100 mm ≤ 225 mm	> 225 mm ≤ 360 mm	≤ 100	>100 mm ≤ 225 mm	> 225 mm ≤ 360 mm
SQ/STQ	acceptable	A1-A19	B1-B22	B1-B25	—	—	—
	occasionnel	—	B23-B24	B26-B27	—	—	—
	inacceptable	A20-A24	B25-B30	B28-B30	—	—	—
DQ	acceptable	A1-A9	—	—	AA1-AA6	C1-C9	C1-C13
	occasionnel	A10-A16	—	—	AA7-AA10	C10-C14	C14-C19
	inacceptable	B19-B24*	—	—	C1-C6*	C15-C26	C20-C26
		A17-A24	—	—	—	—	—

Tableau 3: Limites d'acceptation pour les microstructures de barres en alliage de titane TiAl4Mo4Sn2, TiAl6Sn2Zr4Mo2Si et TiV10Fe2Al3

Alliage	Qualité des barres	Microstructures type	Micrographies transversales		Micrographies longitudinales	
			Diamètre de barres ¹⁾		Diamètre de barres ¹⁾	
			≤ 100	>100 mm ≤ 300mm	≤ 100	>100 mm ≤ 300mm
TiAl4Mo4Sn2	SQ et DQ	acceptable	D1-D5	F1-F8	E1-E7	F1-F8
		occasionnel	—	F9-F12	—	F9-F12
		inacceptable	D6	—	E8	—
TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	SQ et DQ	acceptable	G1-G5	—	—	H1-H5
		occasionnel	—	—	—	H6-H7
		inacceptable	G6	—	—	H8
TiV10Fe2Al3	SQ et DQ	acceptable	—	—	—	I1-I2
		occasionnel	—	—	—	I3-I4
		inacceptable	—	—	—	I5-I10

1) Ou section équivalente pour les sections non circulaires

*) Des structures observées au grossissement X200 et similaires aux microstructures de cet intervalle sont acceptables si elles sont occasionnelles.

SQ/STQ: Qualité Standard Aéronautique
DQ/PQ: Qualité Disque/Première Qualité

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Querrichtung

TiAl6V4

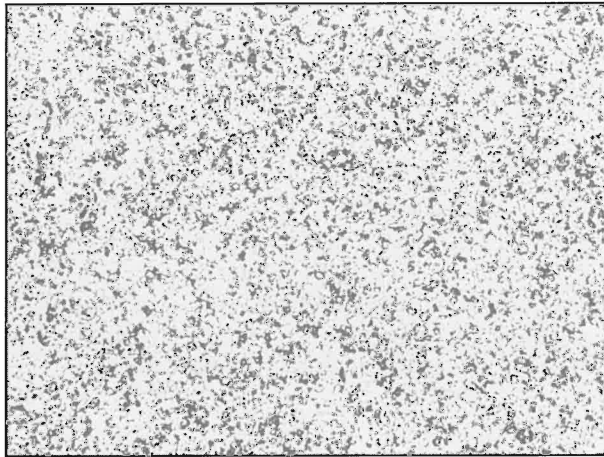
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Transverse

$\leq 100 \text{ mm } \varnothing$

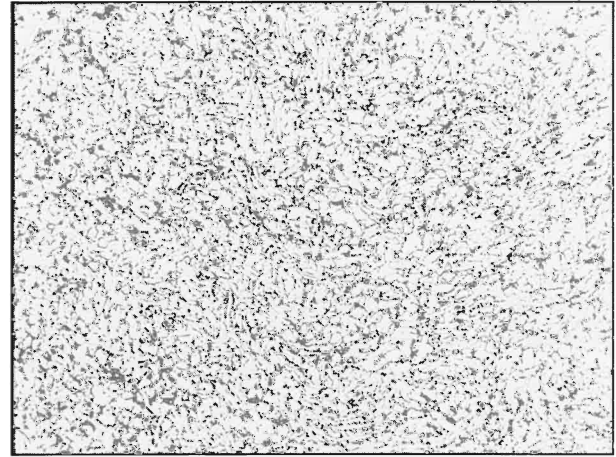
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Transversales



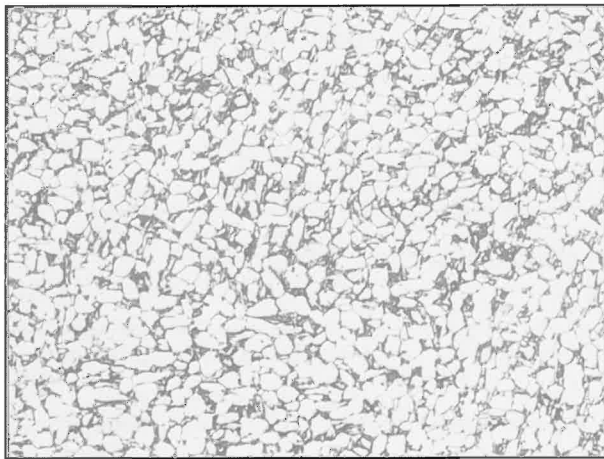
A 1

x 200



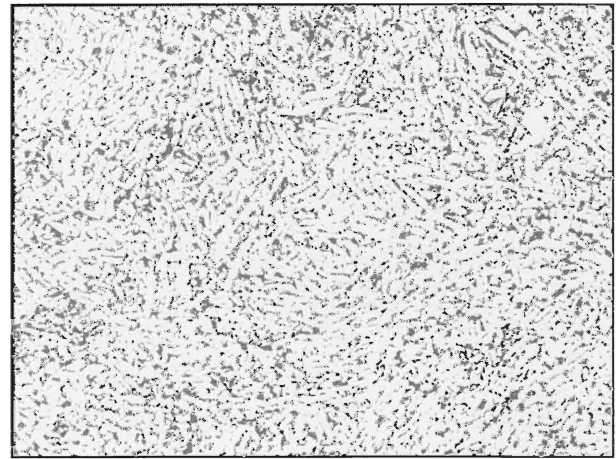
A 2

x 200



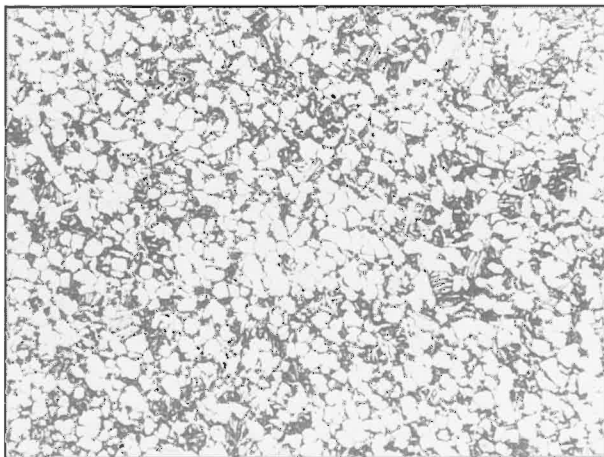
A 3

x 200



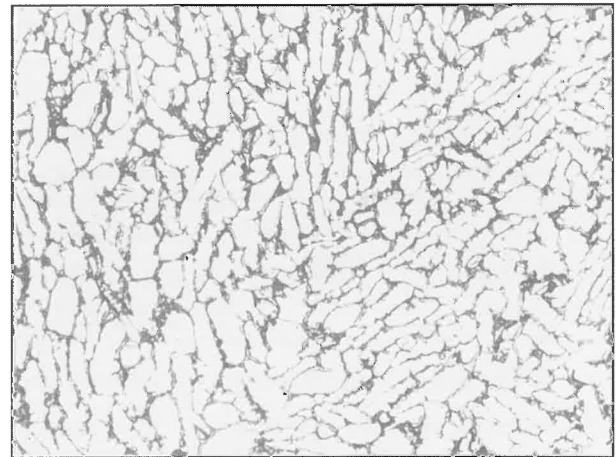
A 4

x 200



A 5

x 200



A 6

x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Querrichtung

TiAl6V4

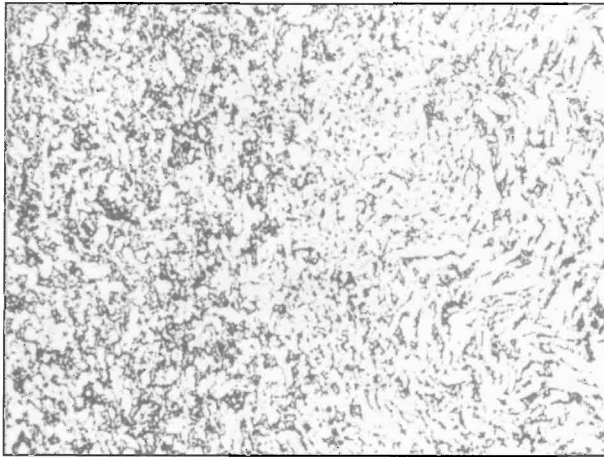
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Transverse

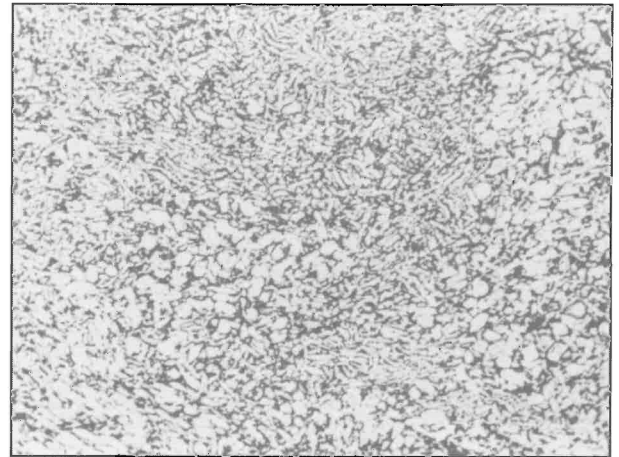
≤ 100 mm \varnothing

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

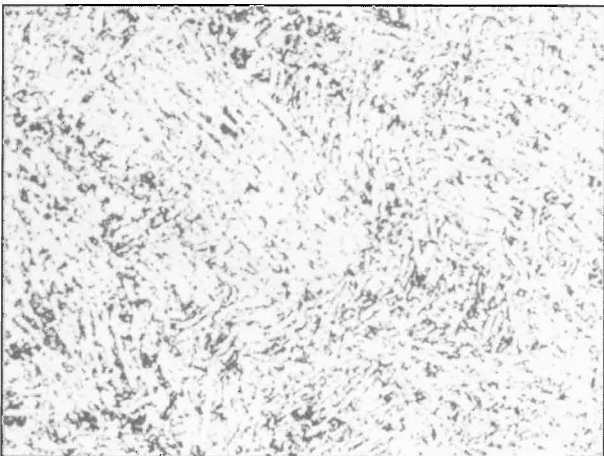
Transversales



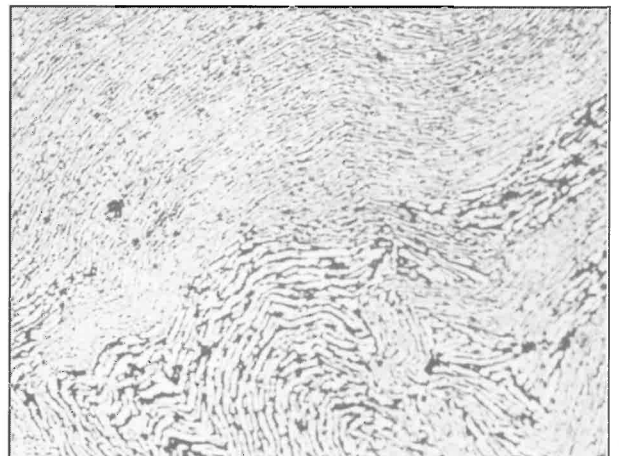
A 7 x 200



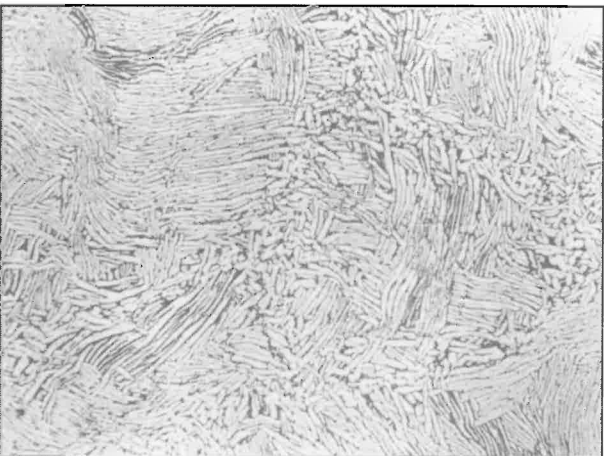
A 8 x 200



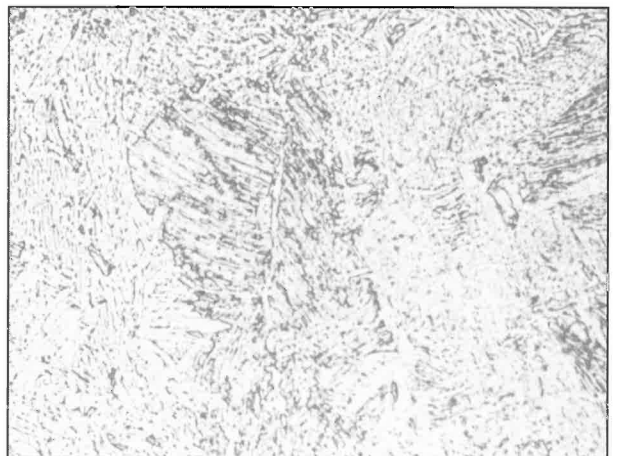
A 9 x 200



A 10 x 200



A 11 x 200



A 12 x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Querrichtung

TiAl6V4

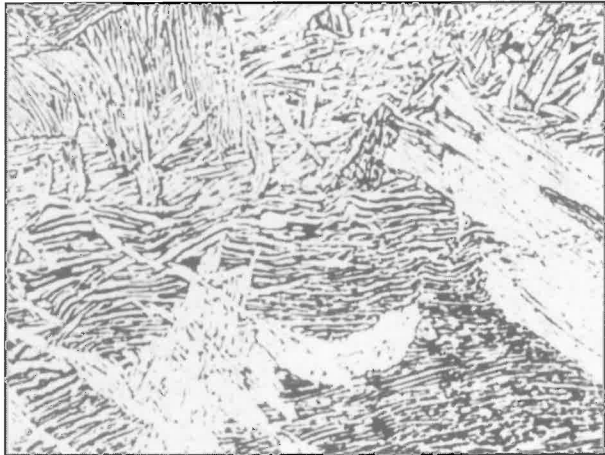
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Transverse

$\leq 100 \text{ mm } \varnothing$

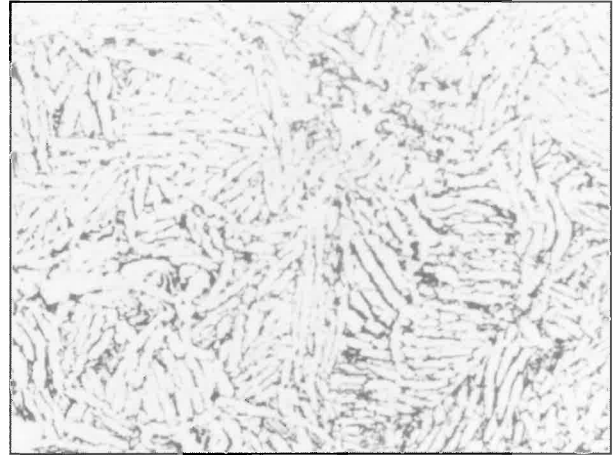
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Transversales



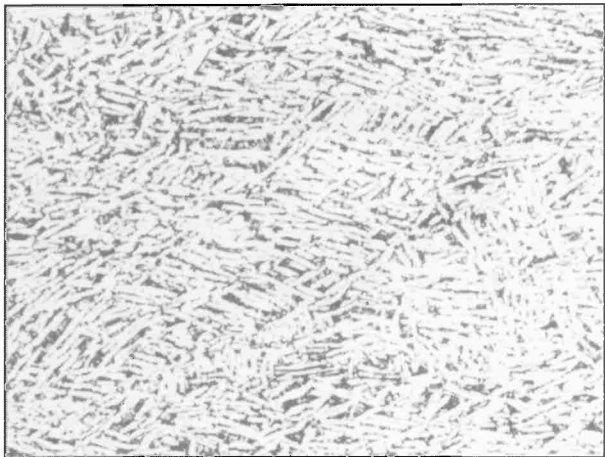
A 13

x 200



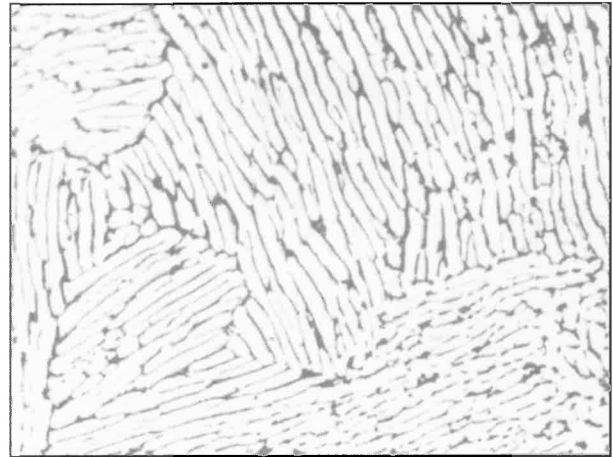
A 14

x 200



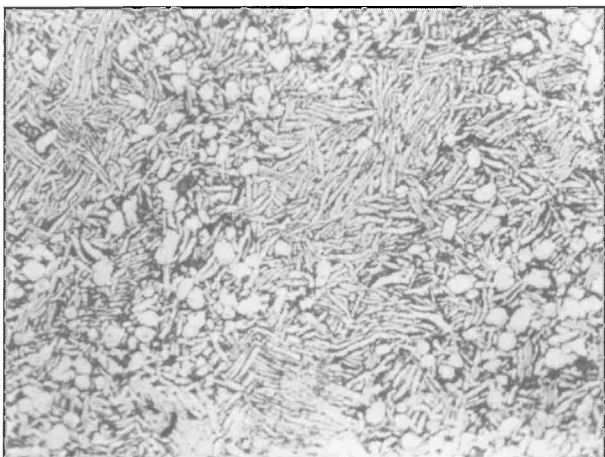
A 15

x 200



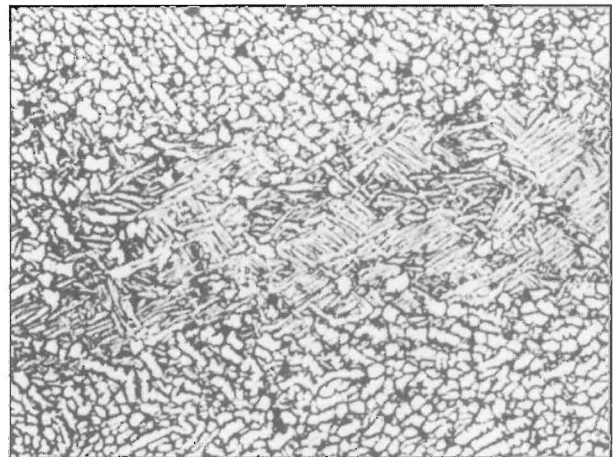
A 16

x 200



A 17

x 200



A 18

x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

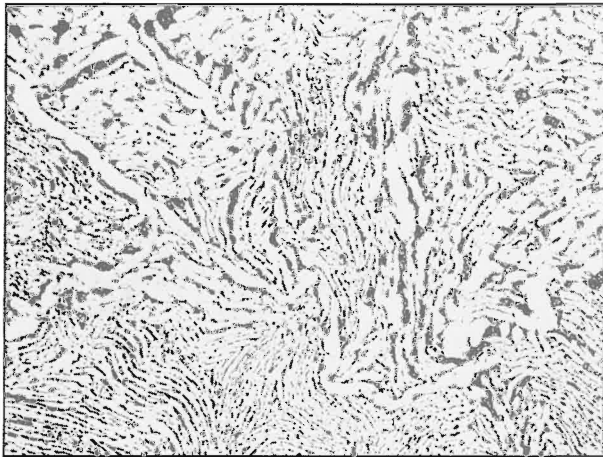
Querrichtung

Transverse

Transversales

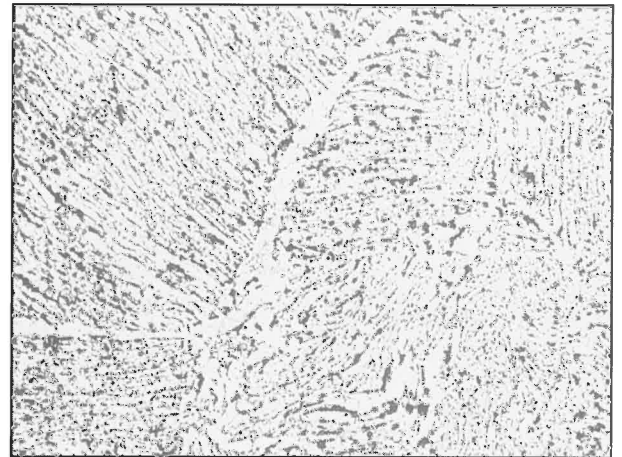
TiAl6V4

≤ 100 mm \varnothing



A 19

x 200



A 20

x 200



A 21

x 200



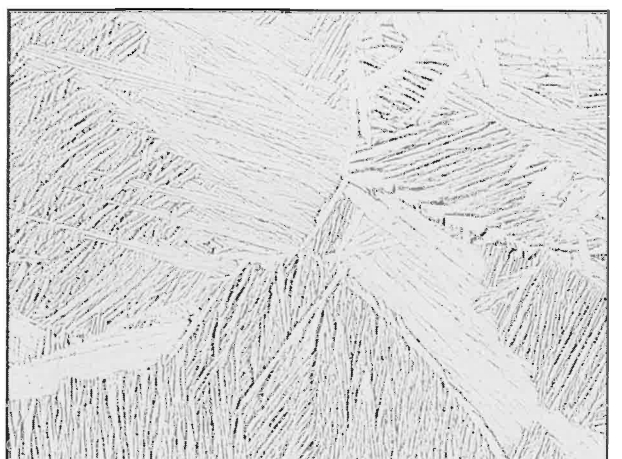
A 22

x 200



A 23

x 200



A 24

x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Längsrichtung

TiAl6V4

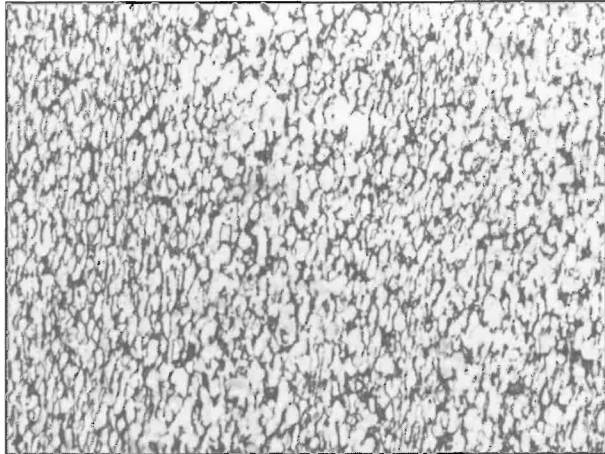
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Longitudinal

≤ 100 mm \varnothing

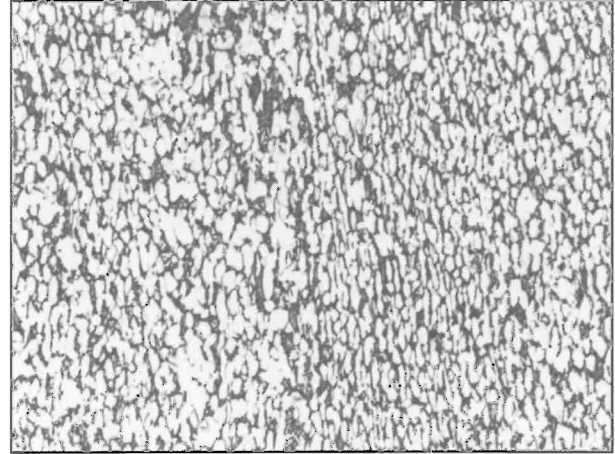
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Longitudinales



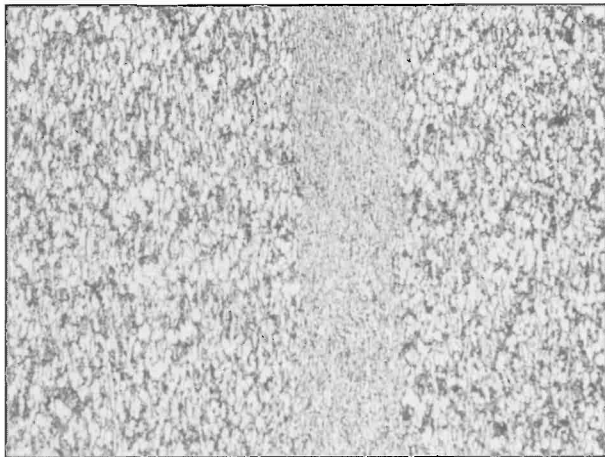
AA1

x 200



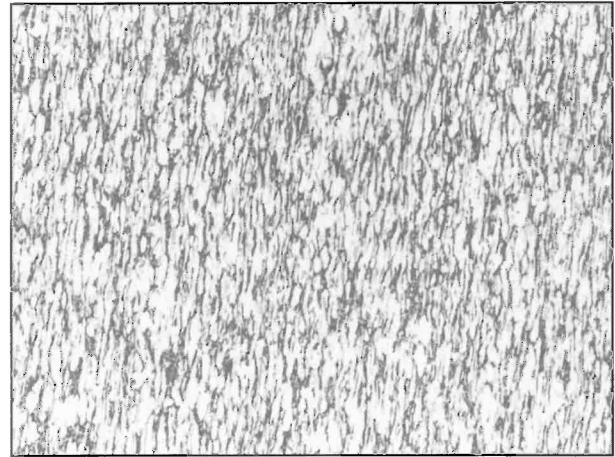
AA 2

x 200



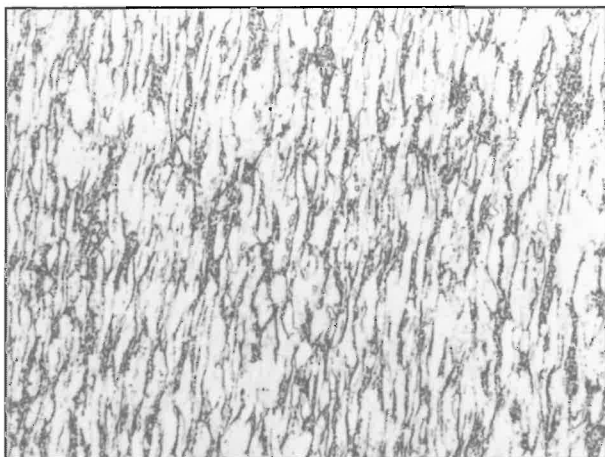
AA 3

x 200



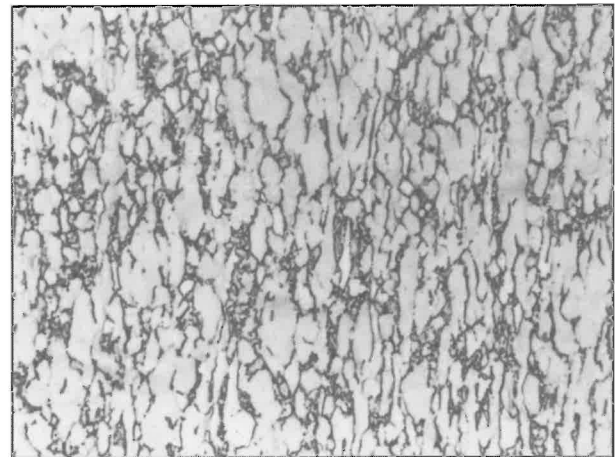
AA 4

x 200



AA 5

x 200



AA 6

x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Längsrichtung

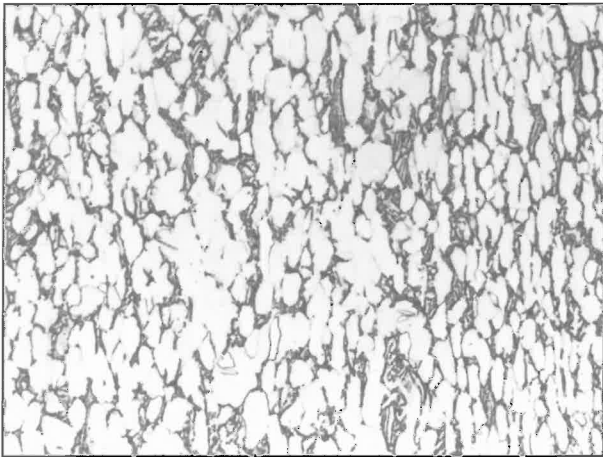
TiAl6V4

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Longitudinal

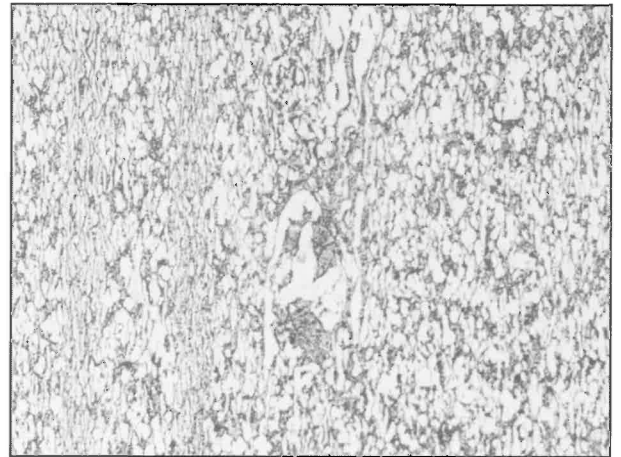
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Longitudinales



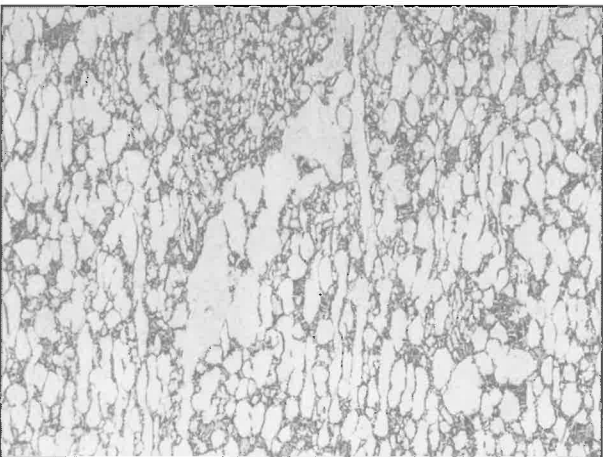
AA 7

x 200



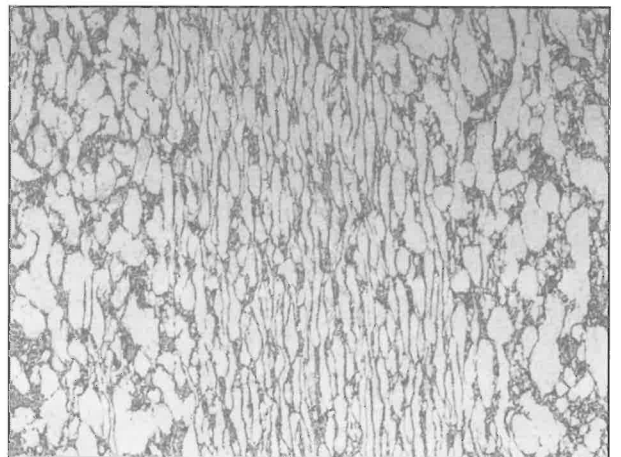
AA 8

x 200



AA 9

x 200



AA 10

x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Querrichtung

TiAl6V4

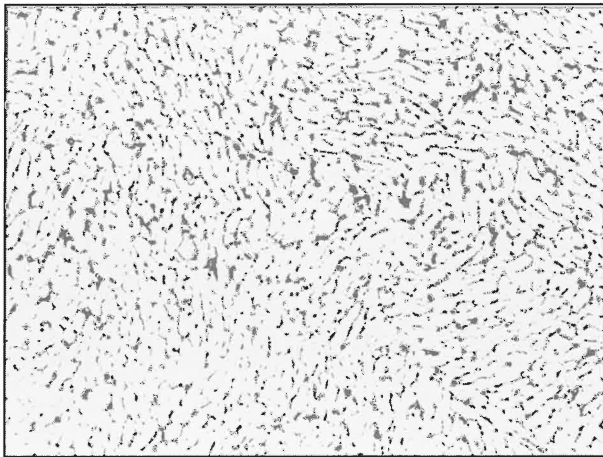
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Transverse

> 100 ≤ 360 mm Ø

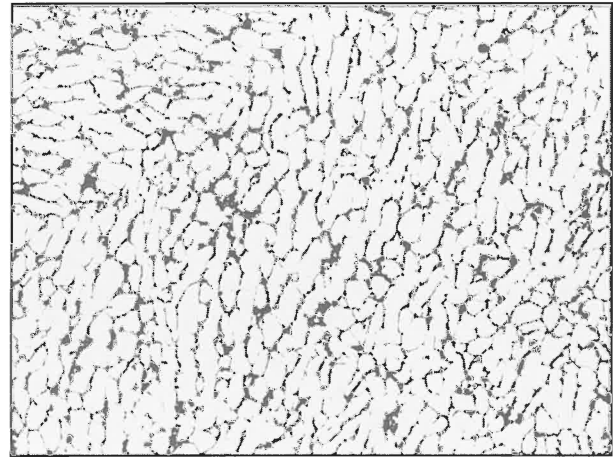
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Transversales



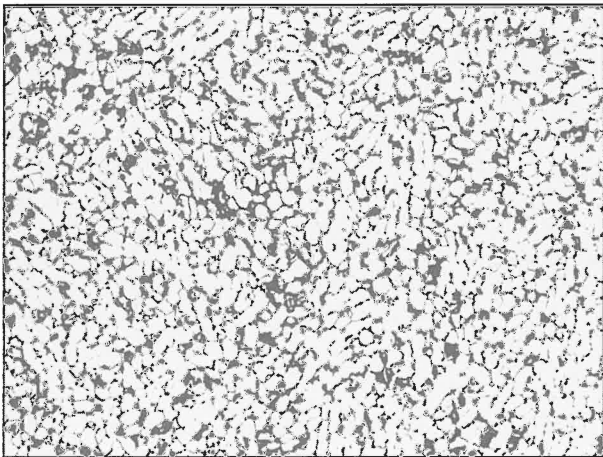
B 1

x 100



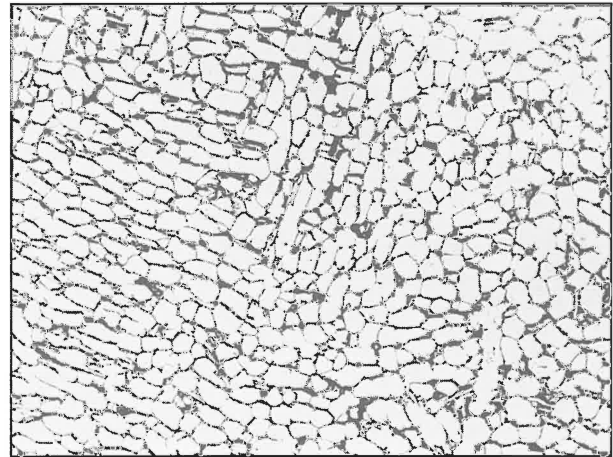
B 2

x 100



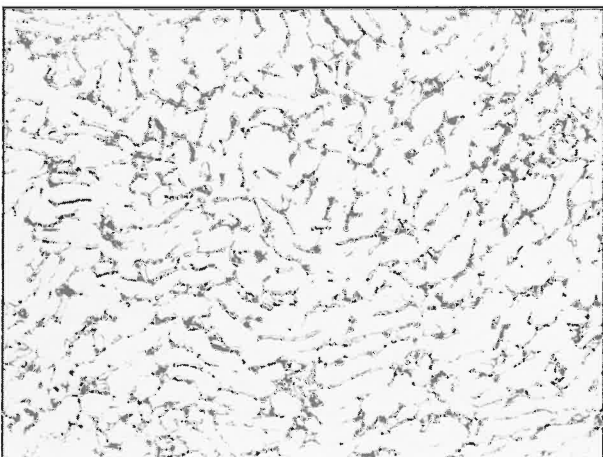
B 3

x 100



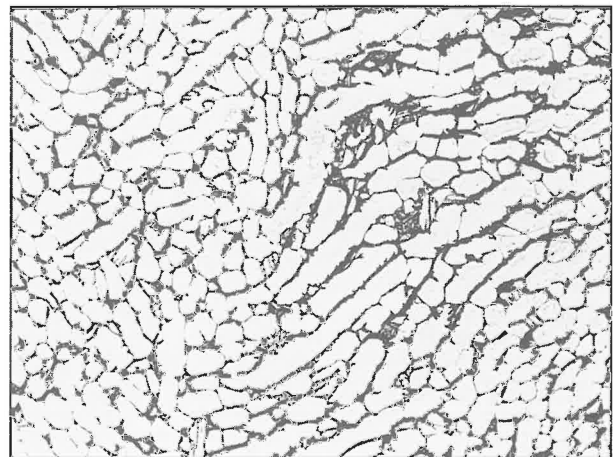
B 4

x 100



B 5

x 100



B 6

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus α + β -Titan-
legierungen

Querrichtung

TiAl6V4

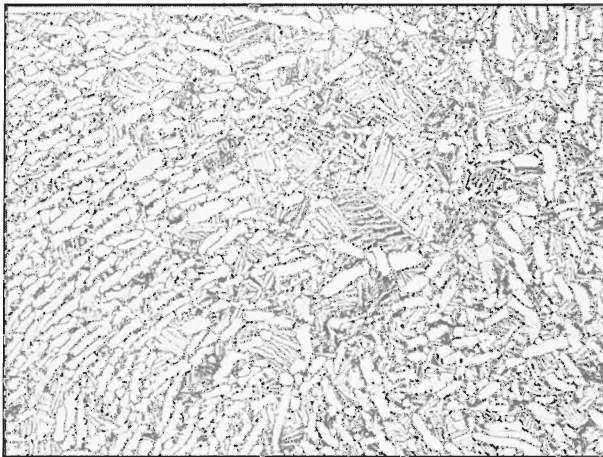
Microstructures of α + β titanium
alloy bars

Transverse

$\leq 100 \leq 360$ mm \varnothing

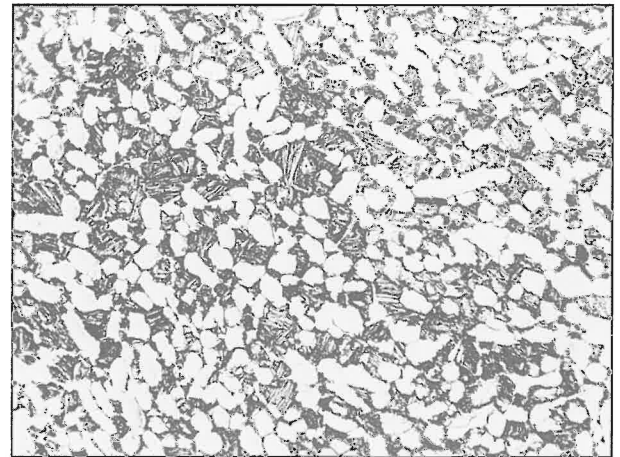
Microstructures des barres en alliages
de titane α + β

Transversales



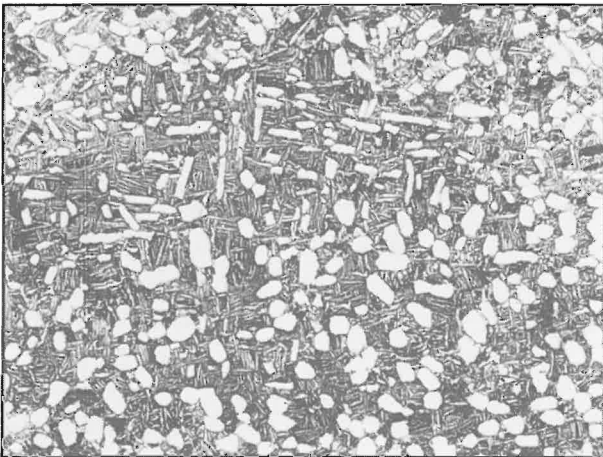
B 7

x 100



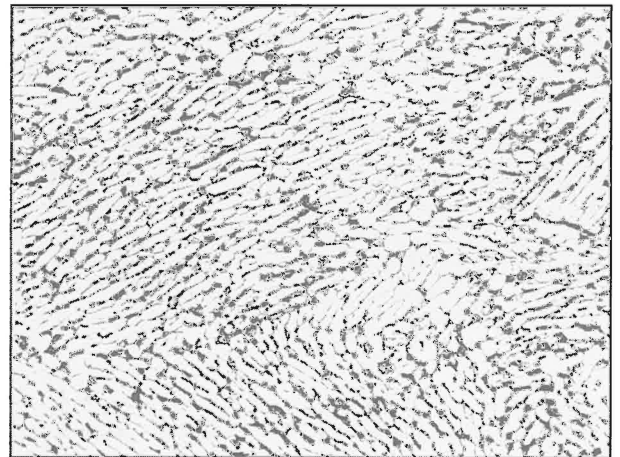
B 8

x 100



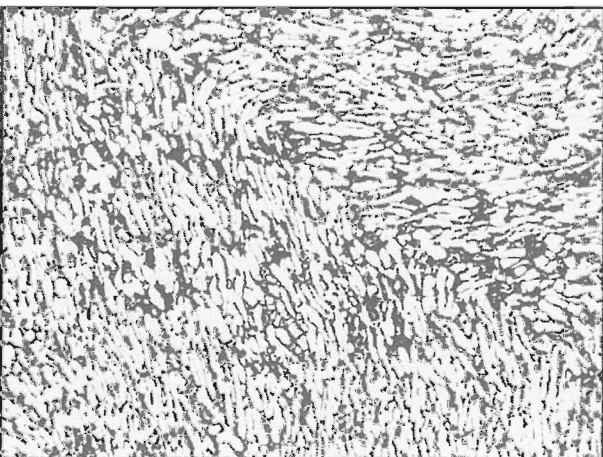
B 9

x 100



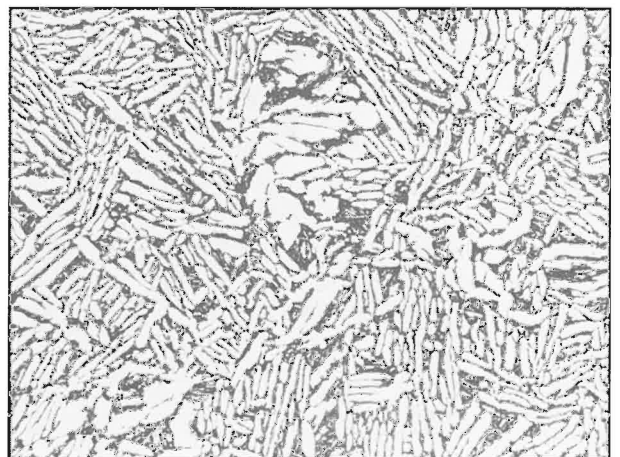
B 10

x 100



B 11

x 100



B 12

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

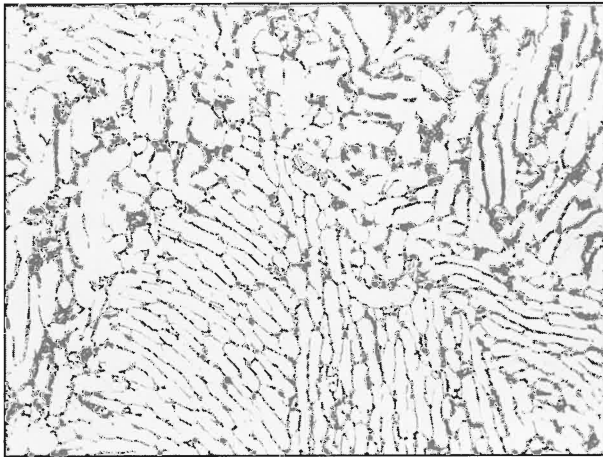
Querrichtung

Transverse

Transversales

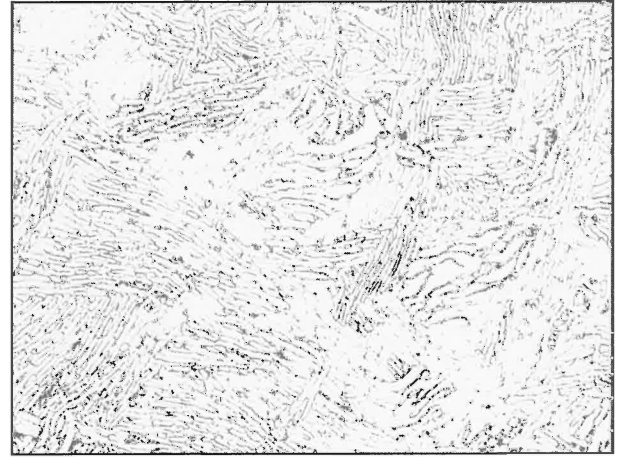
TiAl6V4

>100 ≤ 360 mm Ø



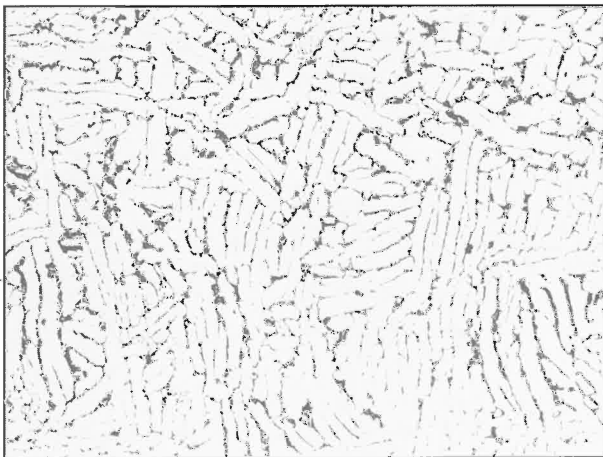
B 13

x 100



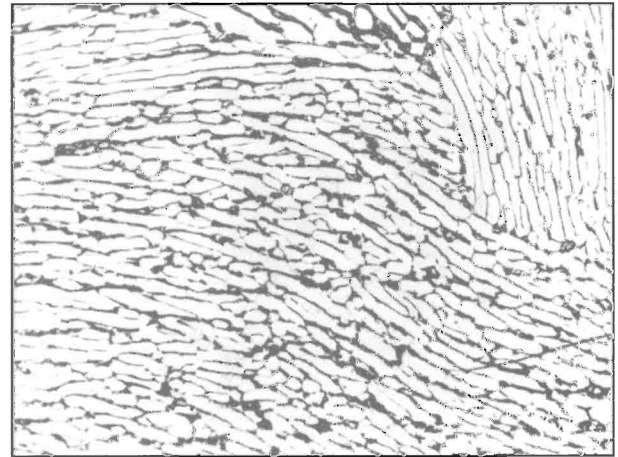
B 14

x 100



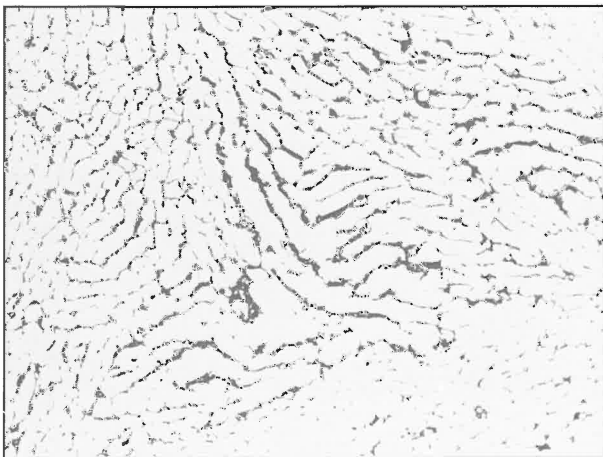
B 15

x 100



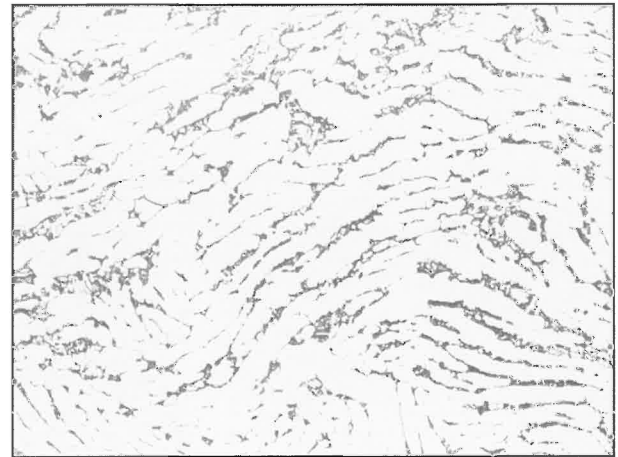
B 16

x 100



B 17

x 100



B 18

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

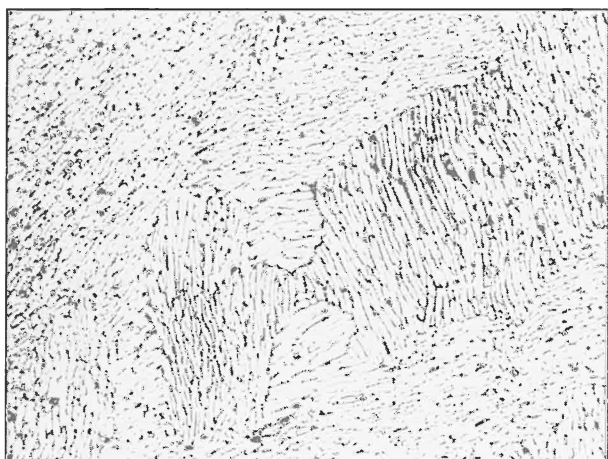
Querrichtung

Transverse

Transversales

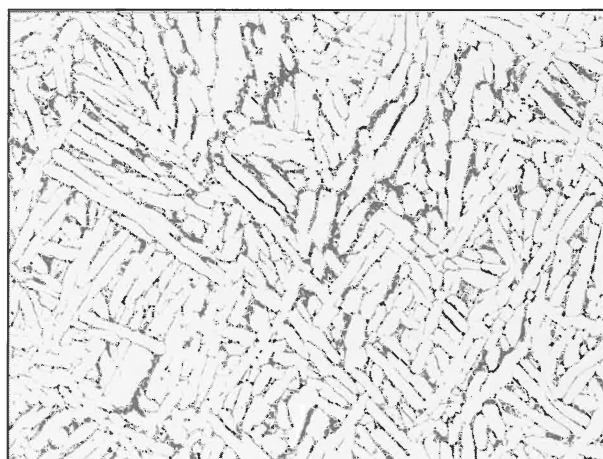
TiAl6V4

> 100 ≤ 360 mm Ø



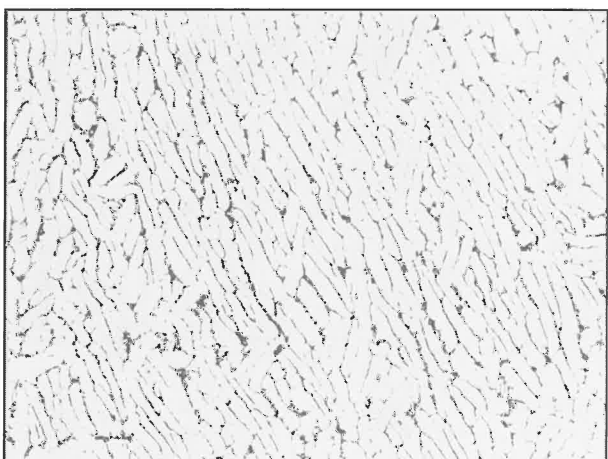
B 19

x 100



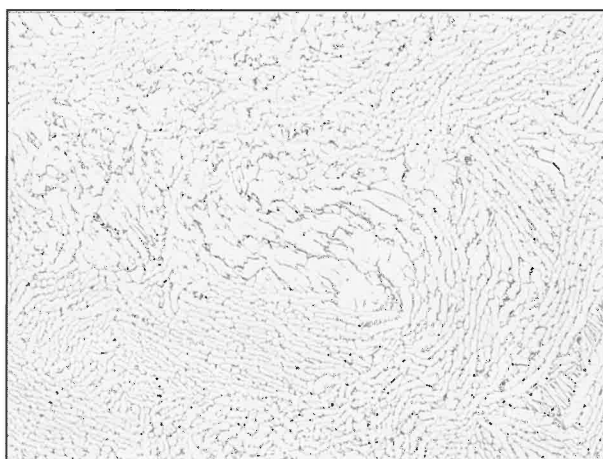
B 20

x 100



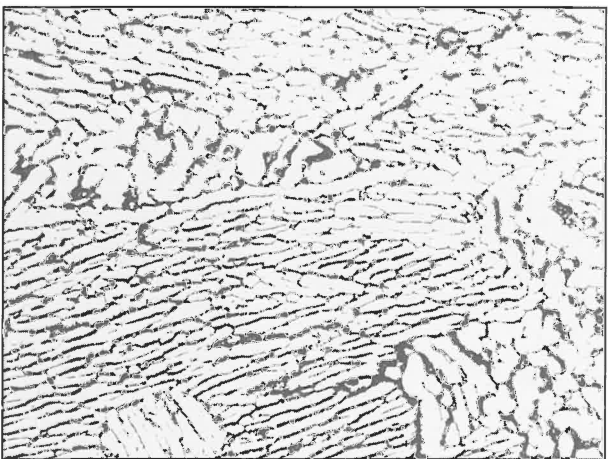
B 21

x 100



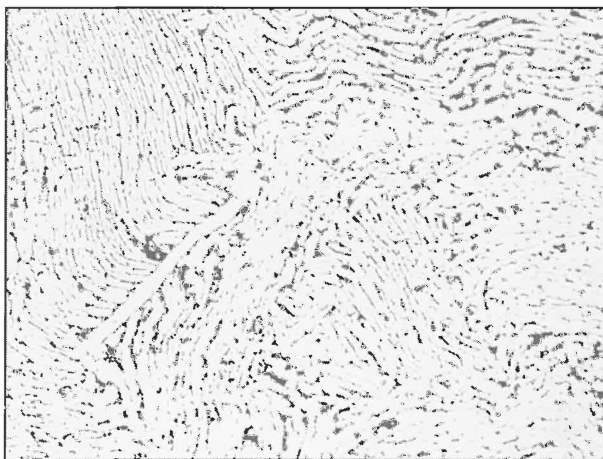
B 22

x 100



B 23

x 100



B 24

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Querrichtung

TiAl6V4

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Transverse

> 100 ≤ 360 mm Ø

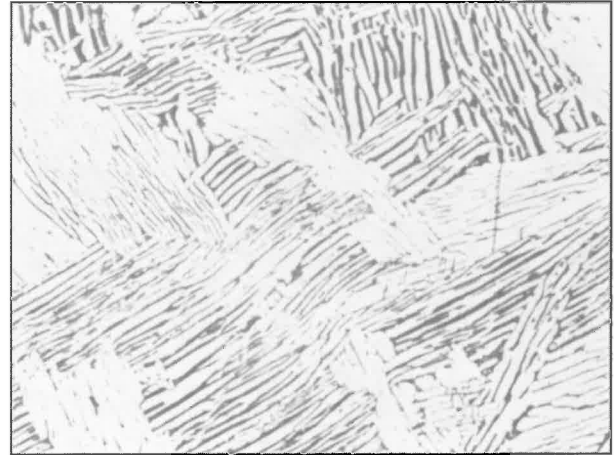
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Transversales



B 25

x 100



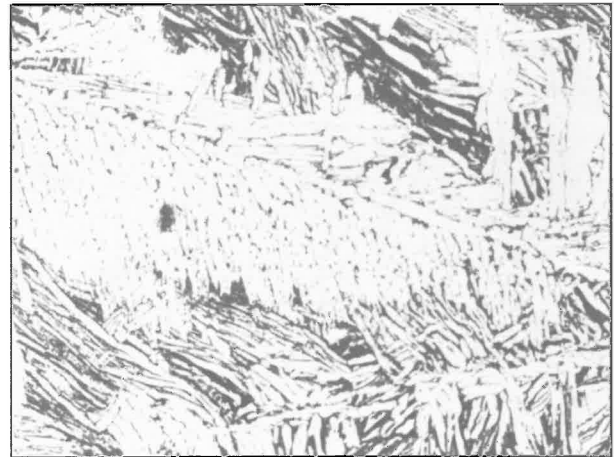
B 26

x 100



B 27

x 100



B 28

x 100



B 29

x 100



B 30

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Längsrichtung

TiAl6V4

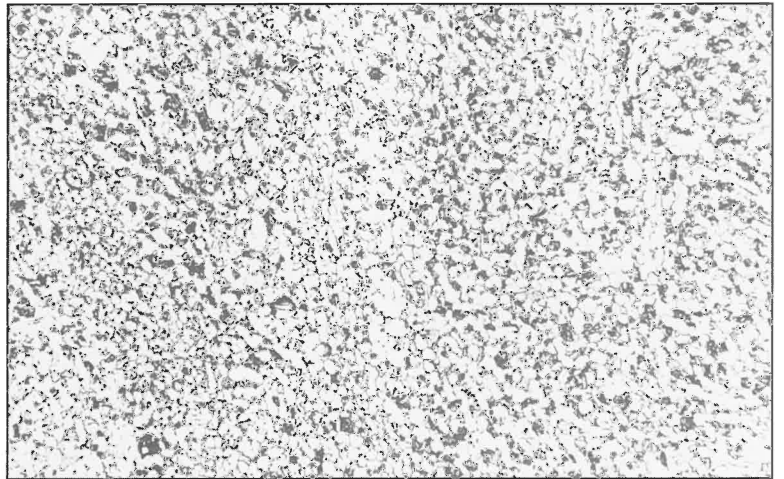
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Transverse

> 100 ≤ 360 mm Ø

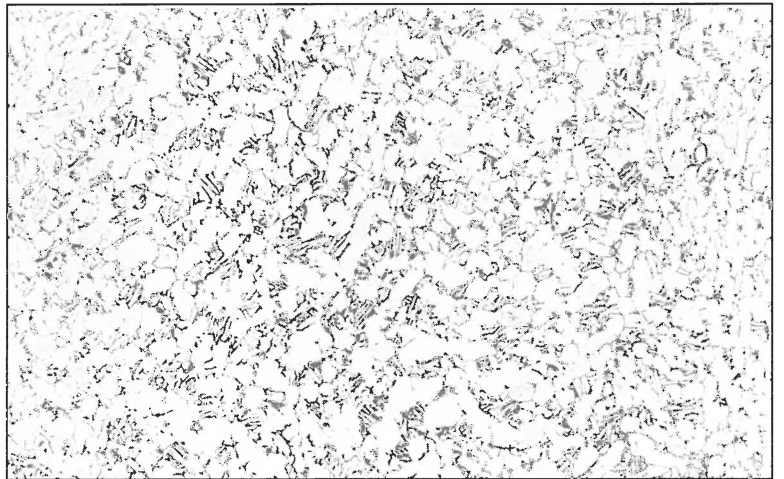
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Longitudinales



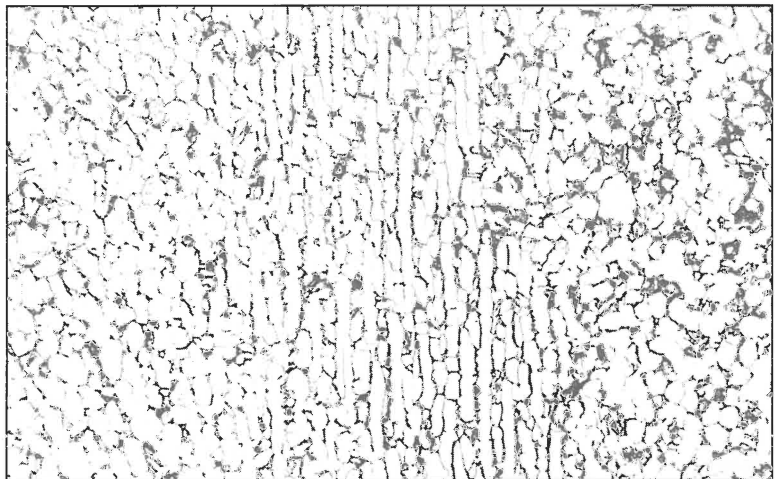
C 1

x 100



C 2

x 100



C 3

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

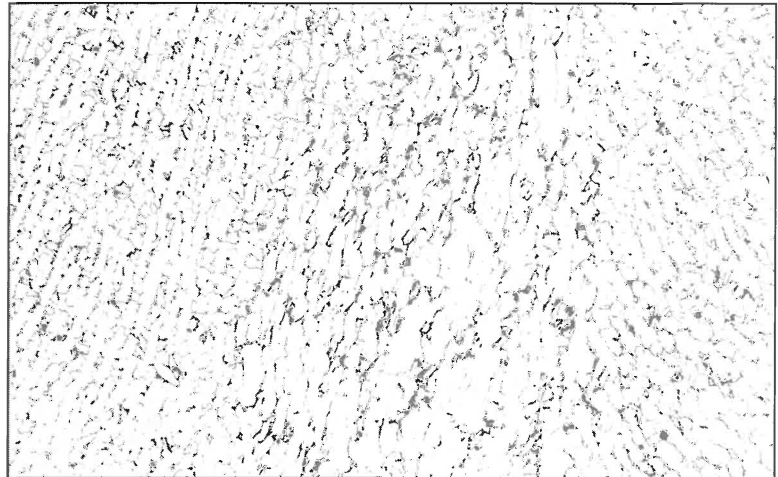
Längsrichtung

Longitudinal

Longitudinales

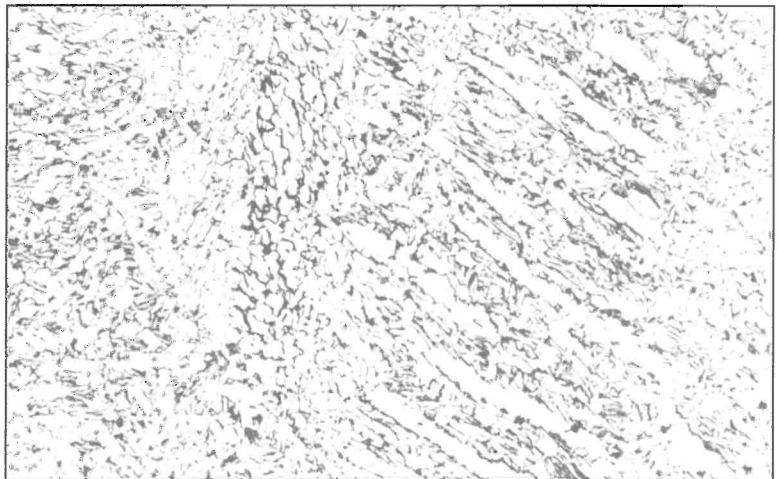
TiAl6V4

$>100 \leq 360$ mm \varnothing



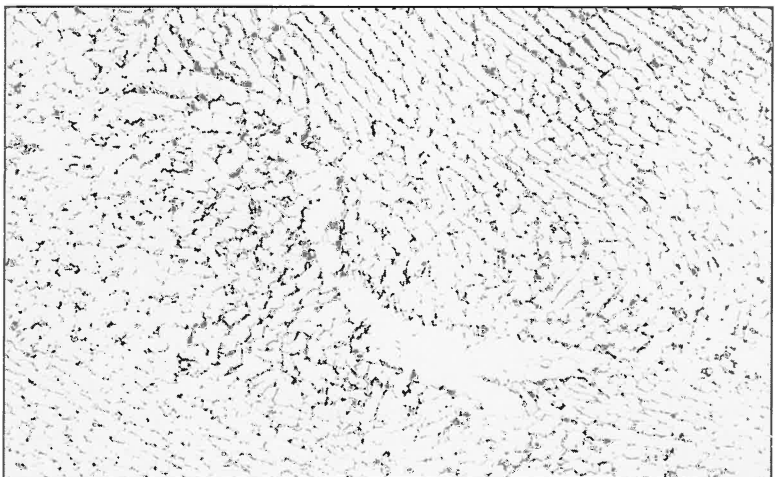
C 4

x 100



C 5

x 100



C 6

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

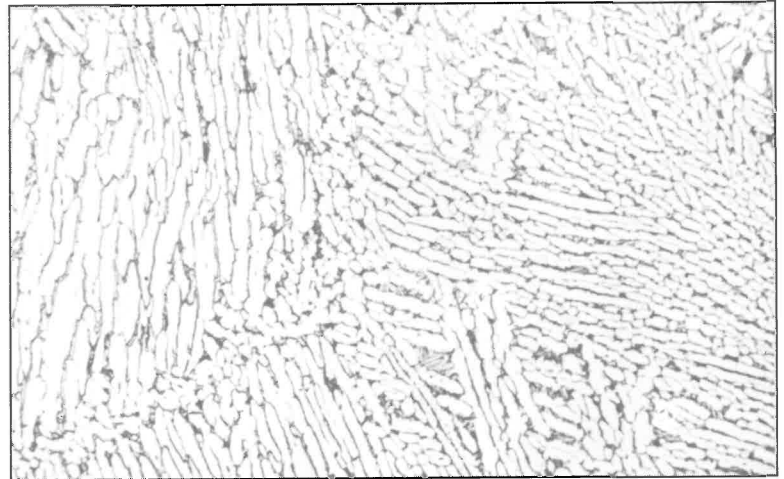
Längsrichtung

Longitudinal

Longitudinales

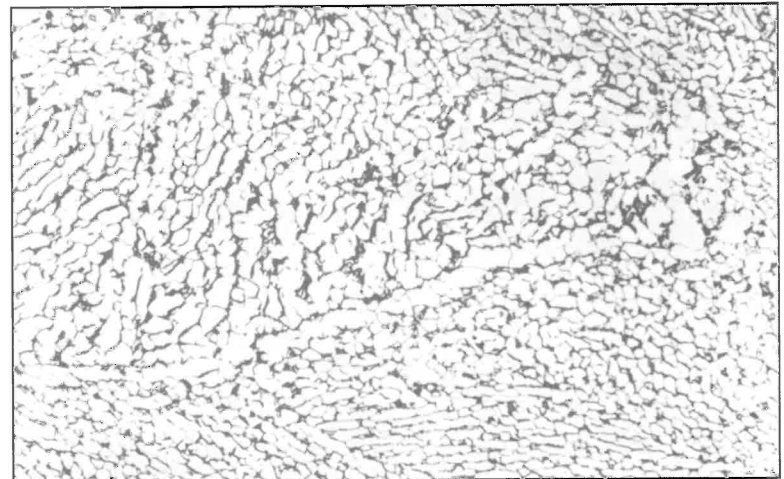
TiAl6V4

$>100 \leq 360$ mm \varnothing



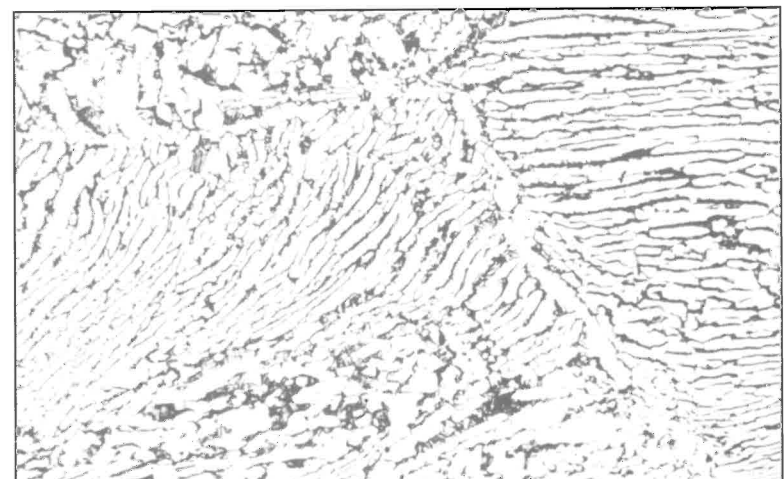
C 7

x 100



C 8

x 100



C 9

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Längsrichtung

TiAl6V4

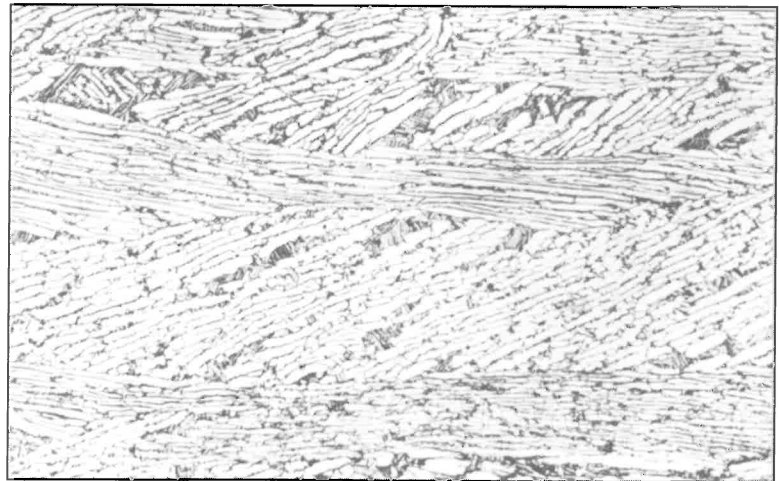
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Longitudinal

>100 ≤ 360 mm Ø

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Longitudinales



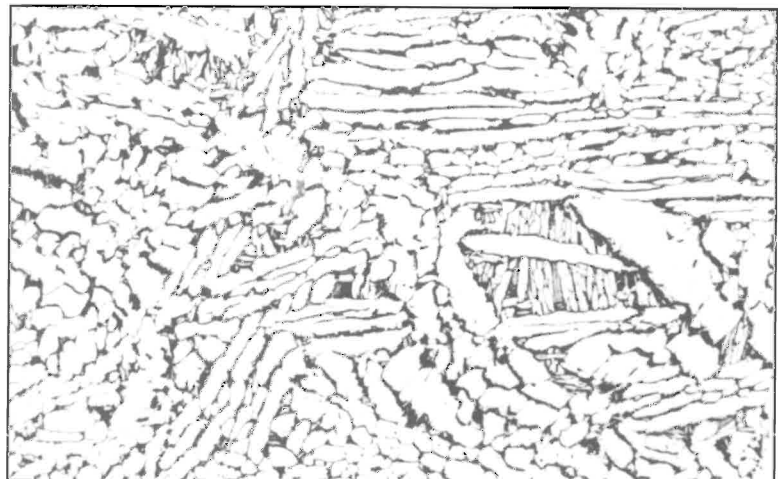
C 10

x 100



C 11

x 100



C 12

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

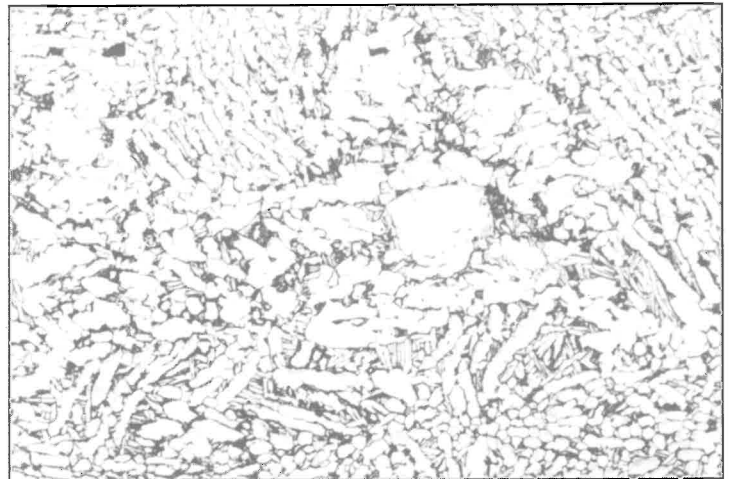
Längsrichtung

Longitudinal

Longitudinales

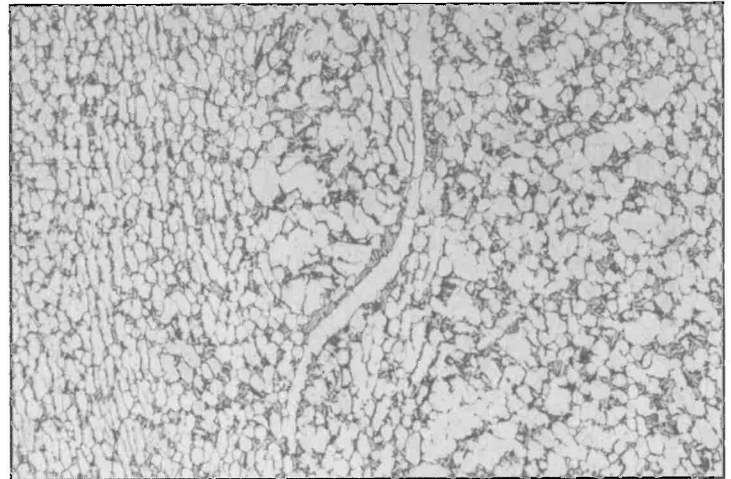
TiAl6V4

>100 ≤ 360 mm Ø



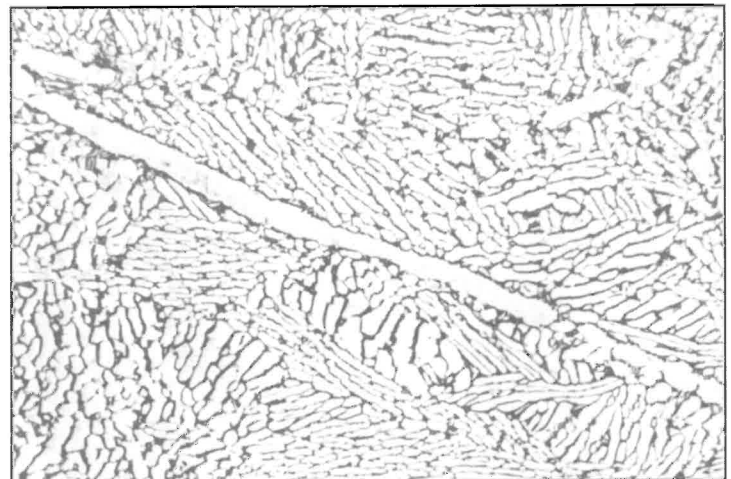
C 13

x 100



C 14

x 100



C 15

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Längsrichtung

Longitudinal

Longitudinales

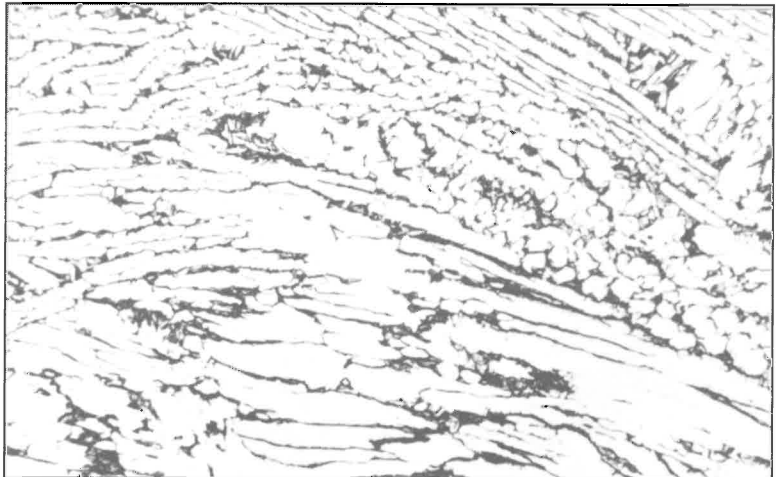
TiAl6V4

>100 ≤ 360 mm Ø



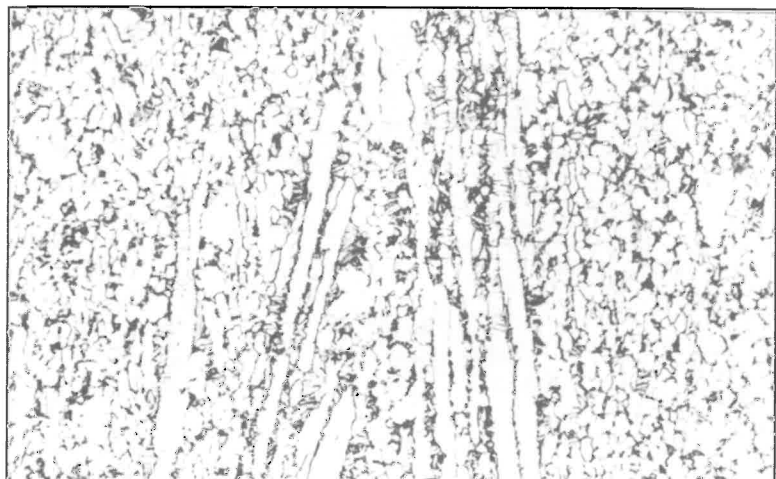
C 16

x 100



C 17

x 100



C 18

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Längsrichtung

TiAl6V4

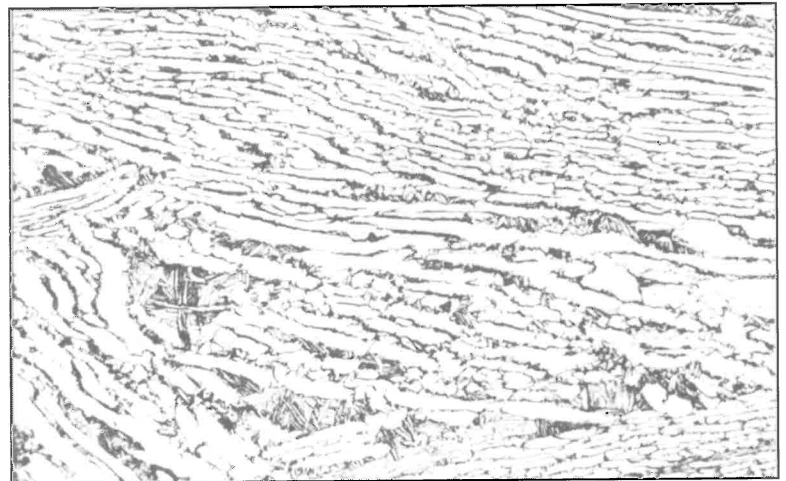
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Longitudinal

>100 ≤ 360 mm Ø

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Longitudinales



C 19

x 100



C 20

x 100



C 21

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

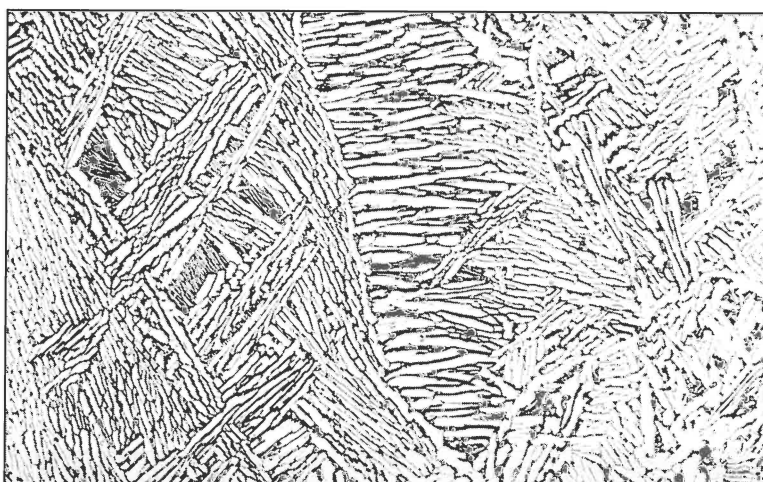
Längsrichtung

Longitudinal

Longitudinales

TiAl6V4

>100 ≤ 360 mm Ø



C 22

x 100



C 23

x 100



C 24

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

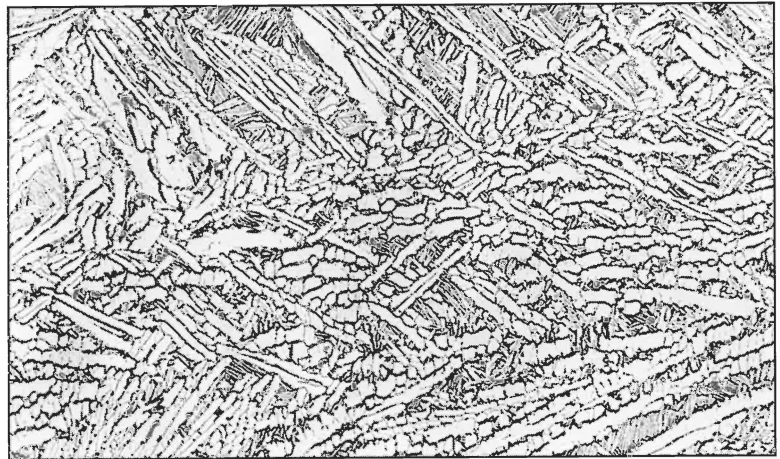
Längsrichtung

Longitudinal

Longitudinales

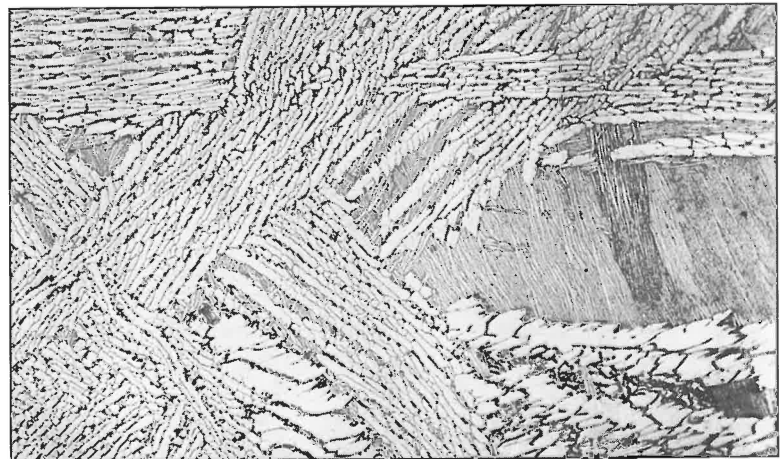
TiAl6V4

$>100 \leq 360$ mm \varnothing



C 25

x 100



C 26

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Querrichtung

TiAl4Mo4Sn2

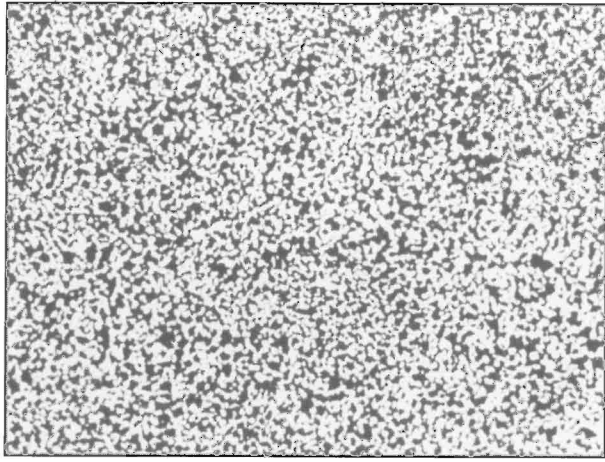
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Transverse

≤ 100 mm \varnothing

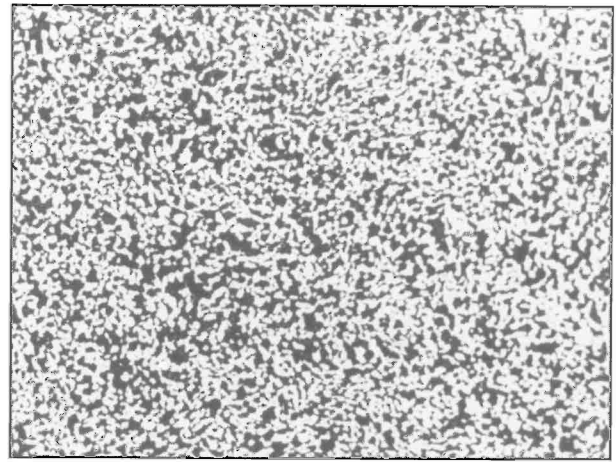
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Transversales



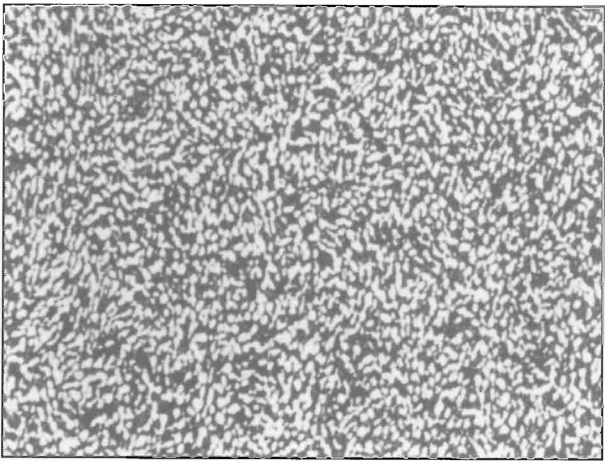
D 1

x 200



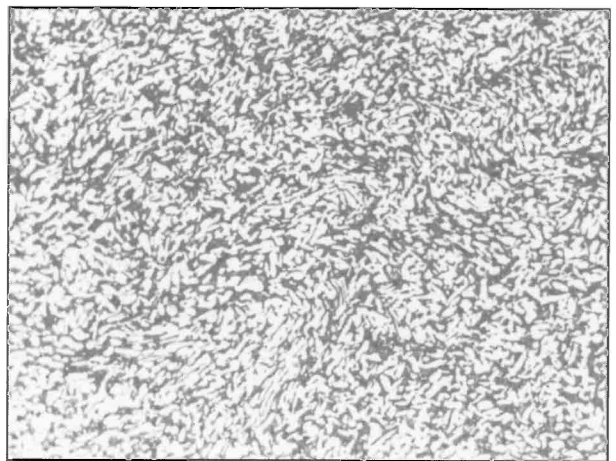
D 2

x 200



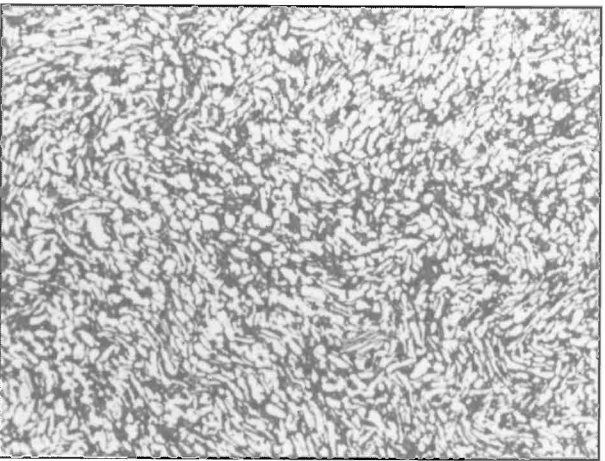
D 3

x 200



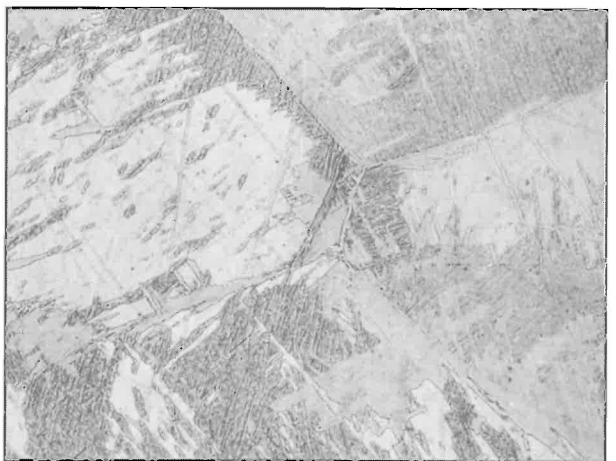
D 4

x 200



D 5

x 200



D 6

x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Längsrichtung

TiAl4Mo4Sn2

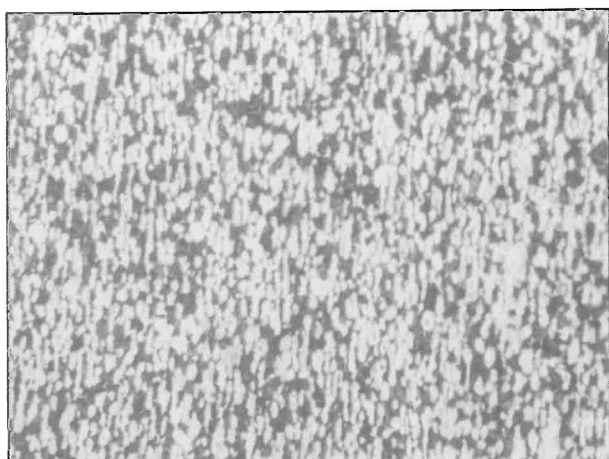
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Longitudinal

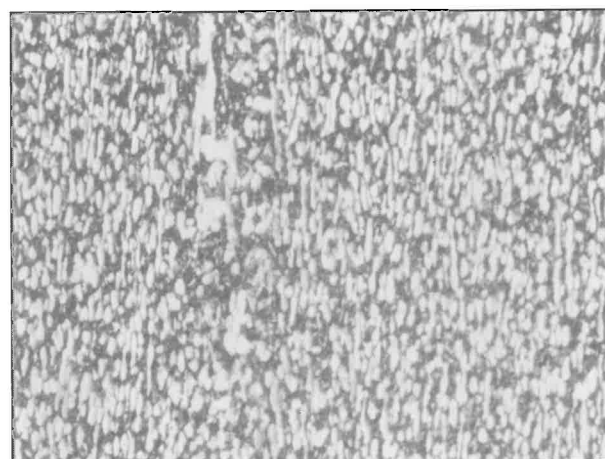
≤ 100 mm \varnothing

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

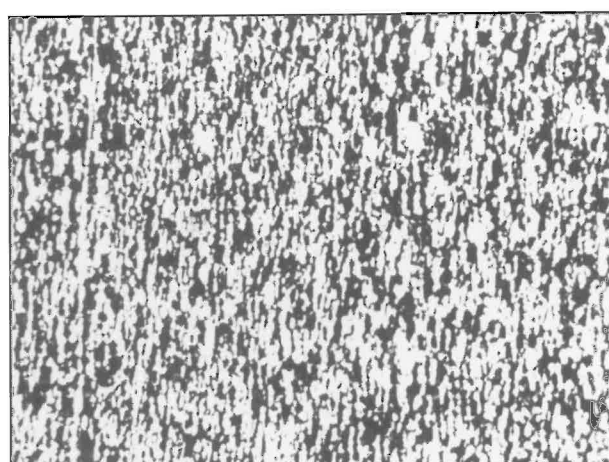
Longitudinales



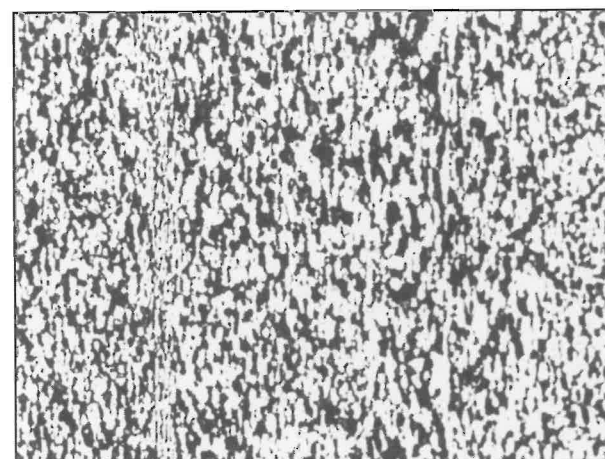
E 1 x 200



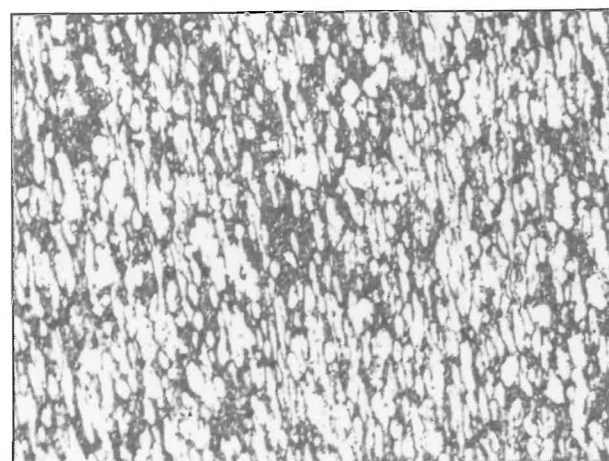
E 2 x 200



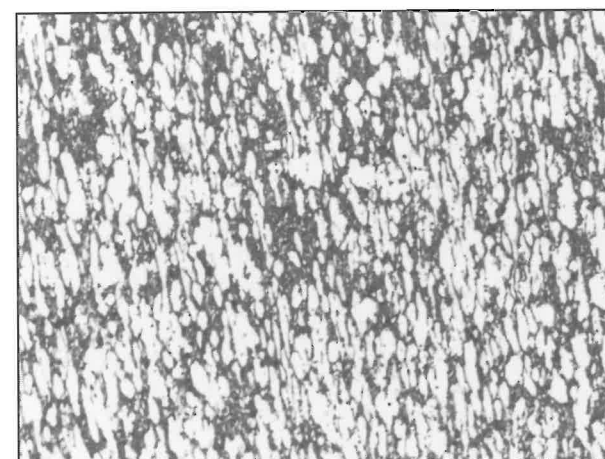
E 3 x 200



E 4 x 200



E 5 x 200



E 6 x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Längsrichtung

TiAl4Mo4Sn2

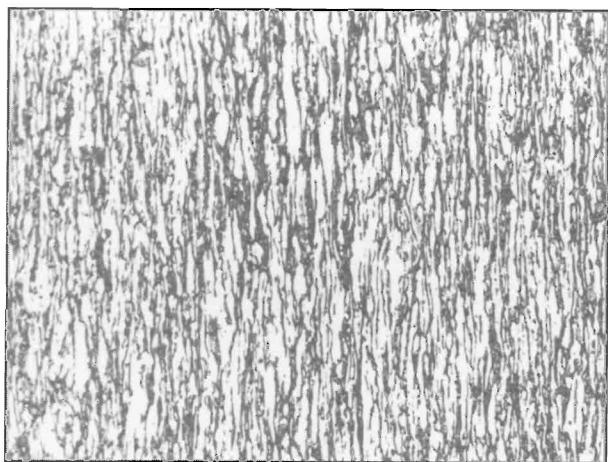
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Longitudinal

≤ 100 mm \varnothing

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Longitudinales



E 7

x 200



E 8

x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Quer-/Längsrichtung

TiAl4Mo4Sn2

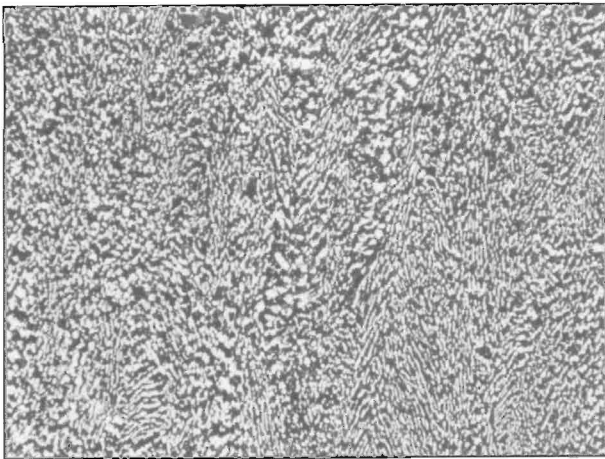
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Transverse/Longitudinal

$>100 \leq 300$ mm \varnothing

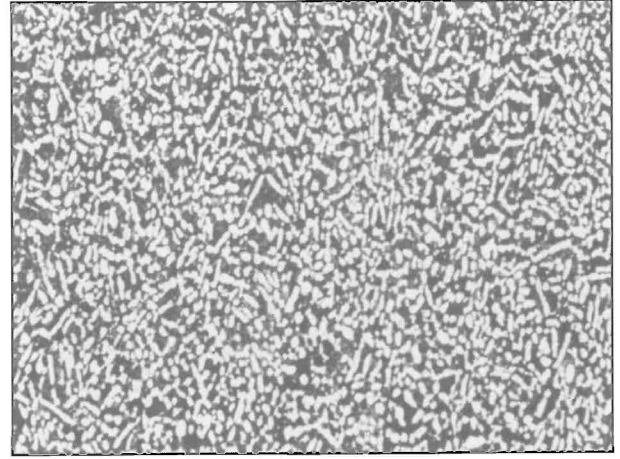
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Transversales/Longitudinales



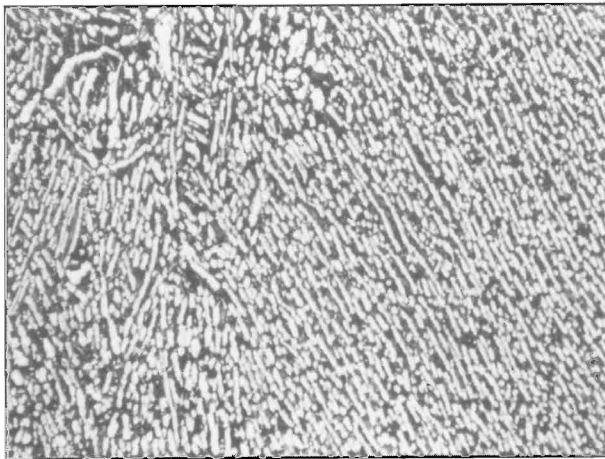
F 1

x 200



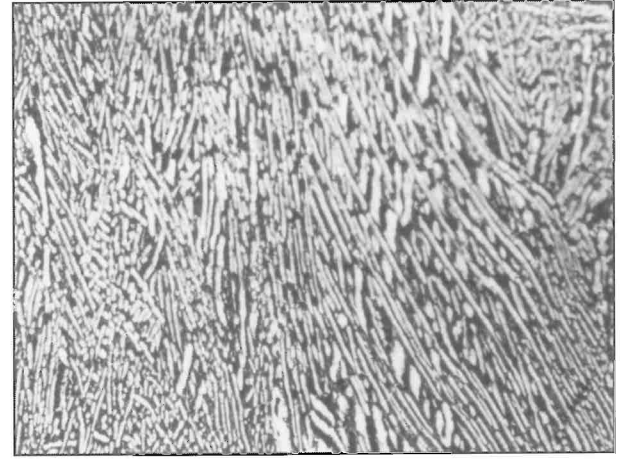
F 2

x 200



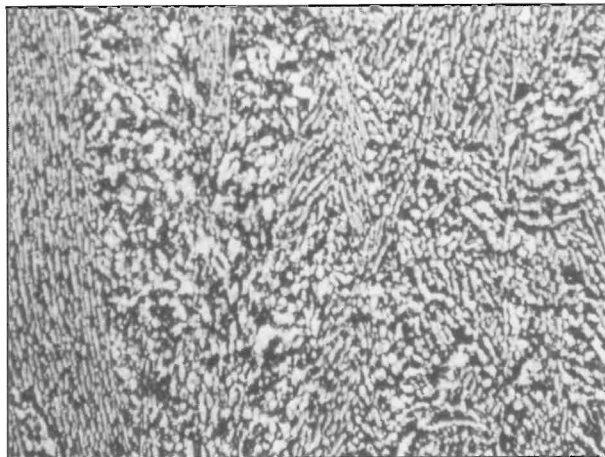
F 3

x 200



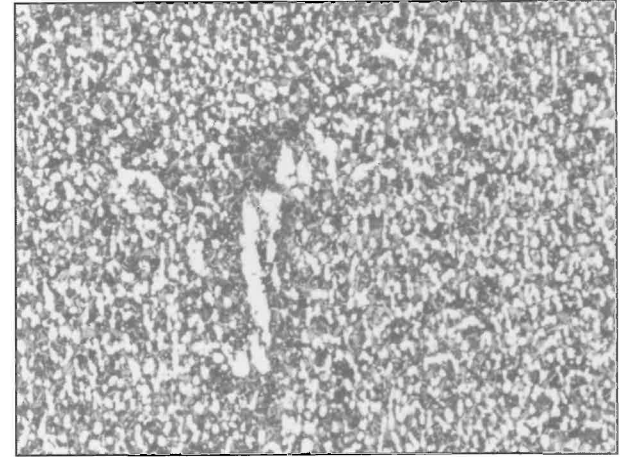
F 4

x 200



F 5

x 200



F 6

x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Quer-/Längsrichtung

TiAl4Mo4Sn2

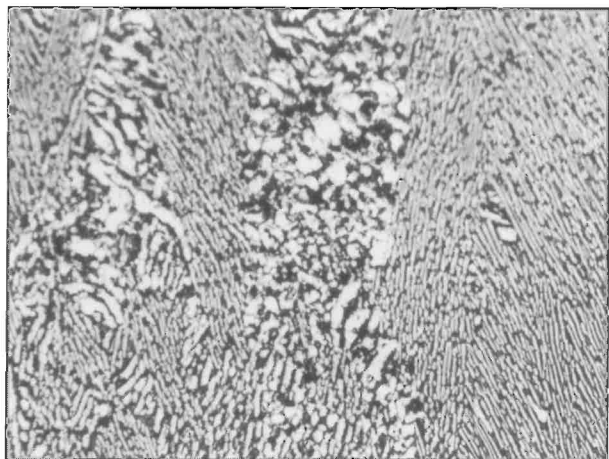
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Transverse/Longitudinal

$>100 \leq 300$ mm \varnothing

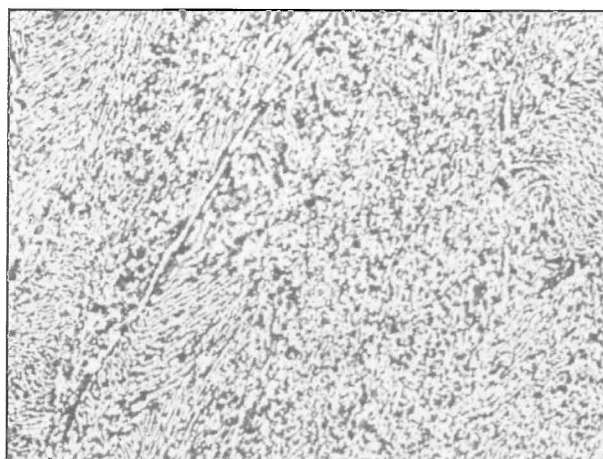
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Transversales/Longitudinales



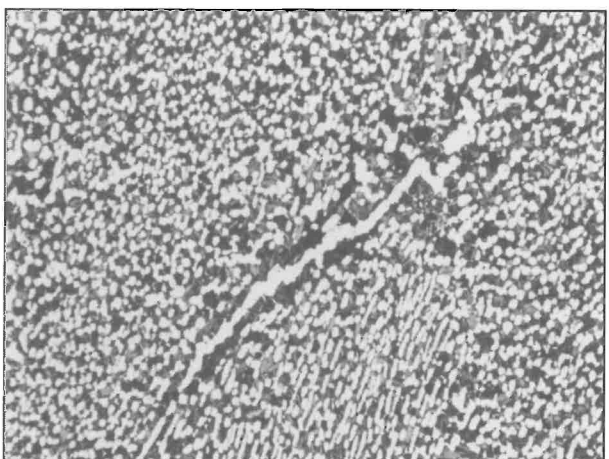
F 7

x 200



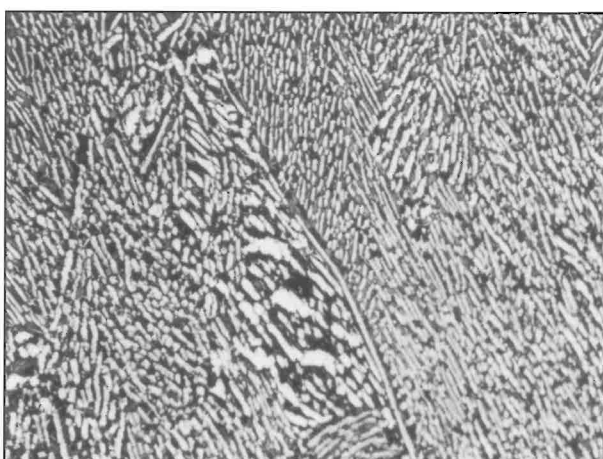
F 8

x 200



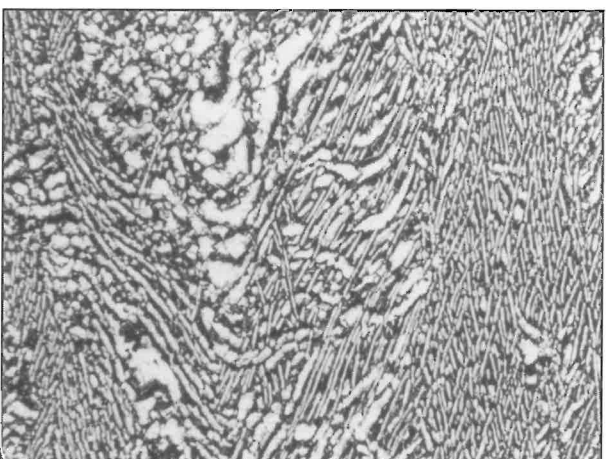
F 9

x 200



F 10

x 200



F 11

x 200



F 12

x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Querrichtung

TiAl6Sn2Zr4Mo2Si

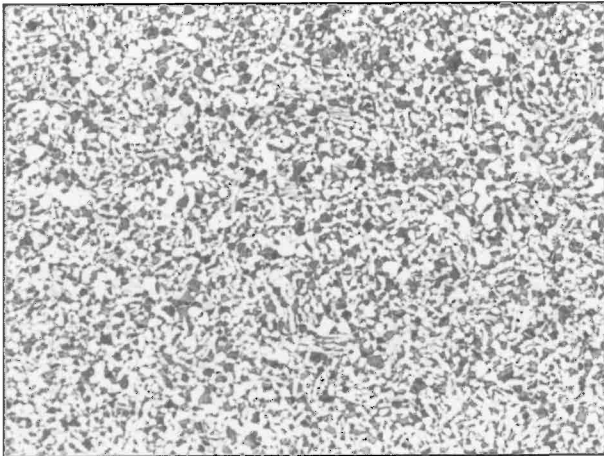
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Transverse

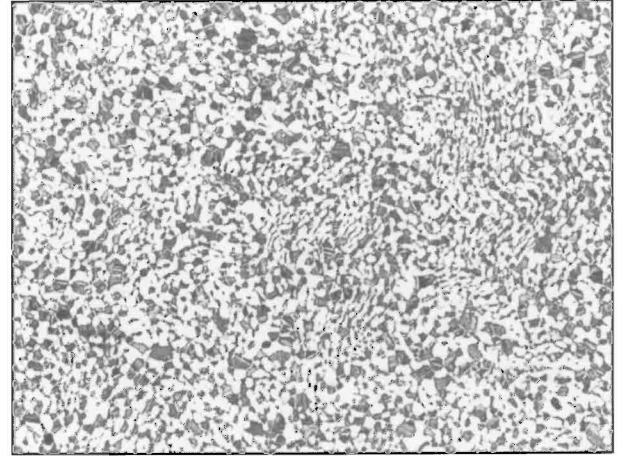
≤ 100 mm \varnothing

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

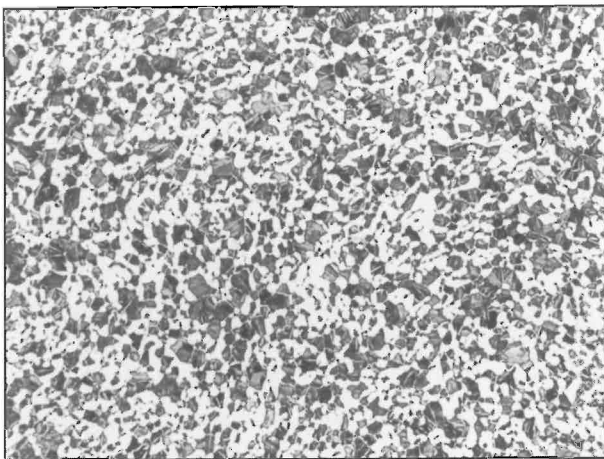
Transversales



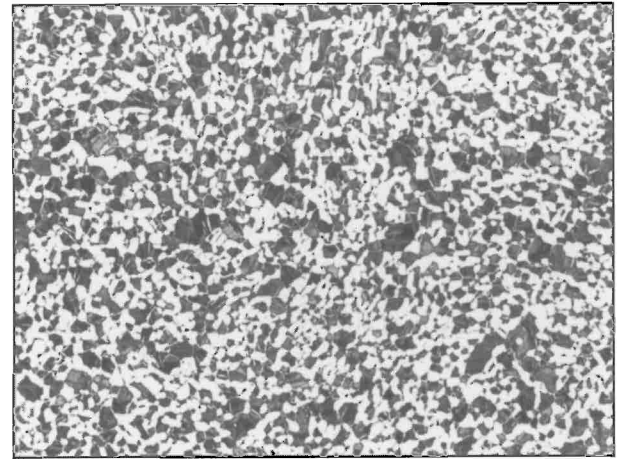
G 1 x 200



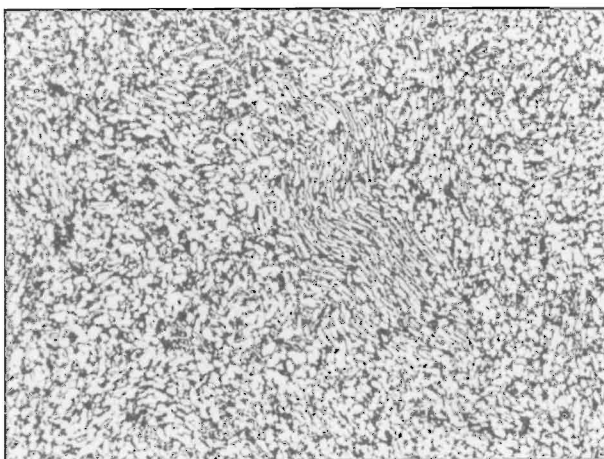
G 2 x 200



G 3 x 200



G 4 x 200



G 5 x 200



G 6 x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

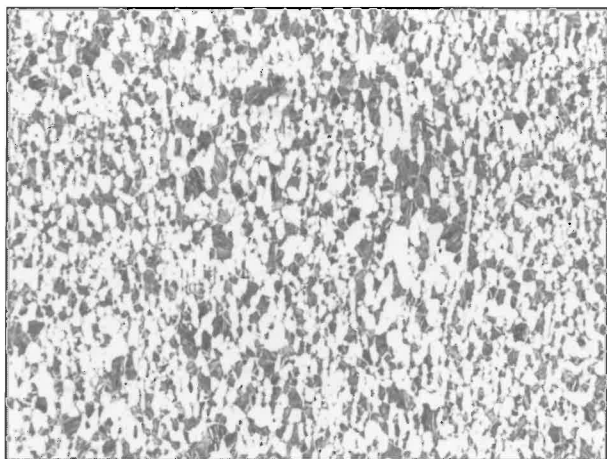
Längsrichtung

Longitudinal

Longitudinales

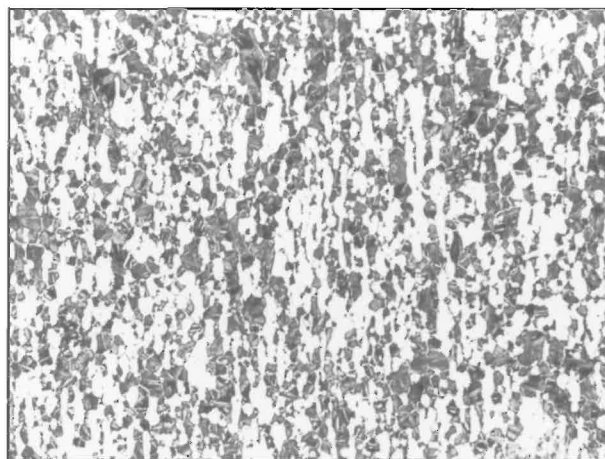
TiAl6Sn2Zr4Mo2Si

> 100 ≤ 300 mm Ø



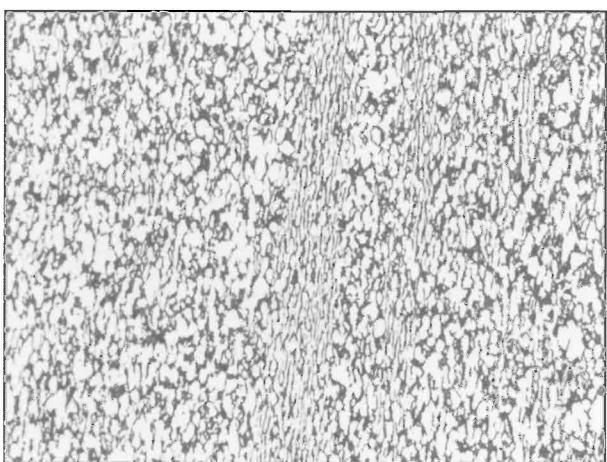
H 1

x 100



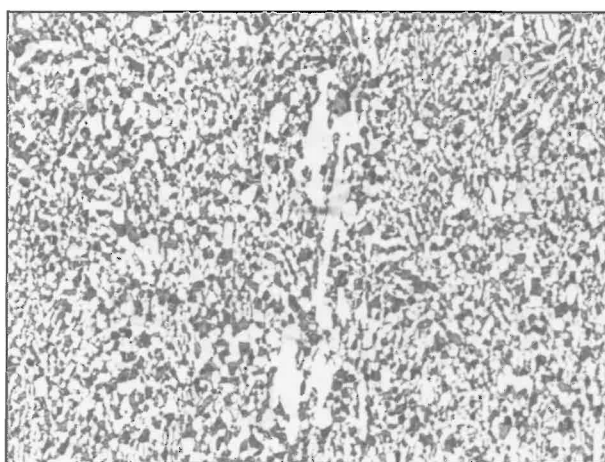
H 2

x 100



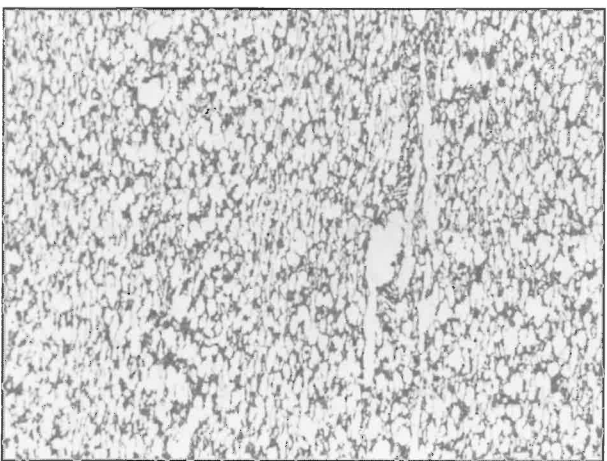
H 3

x 100



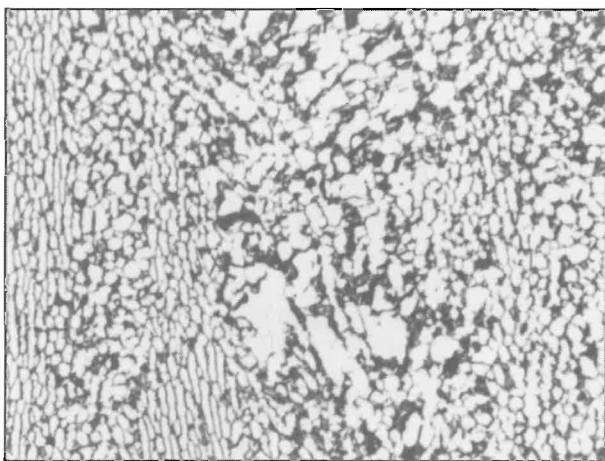
H 4

x 100



H 5

x 100



H 6

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Längsrichtung

TiAl6Sn2Zr4Mo2Si

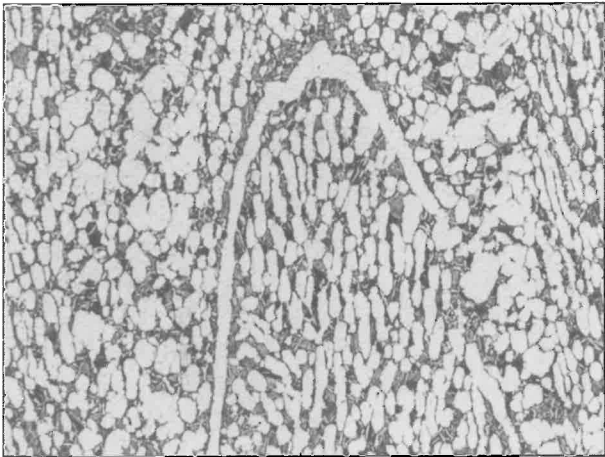
Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Logitudinal

> 100 ≤ 300 mm Ø

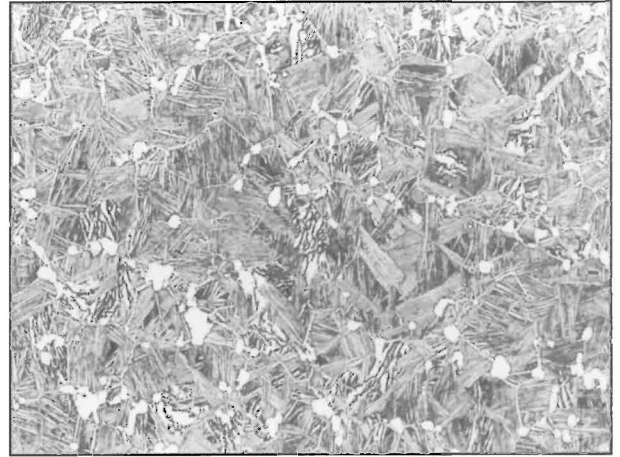
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Longitudinales



H 7

x 100



H 8

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

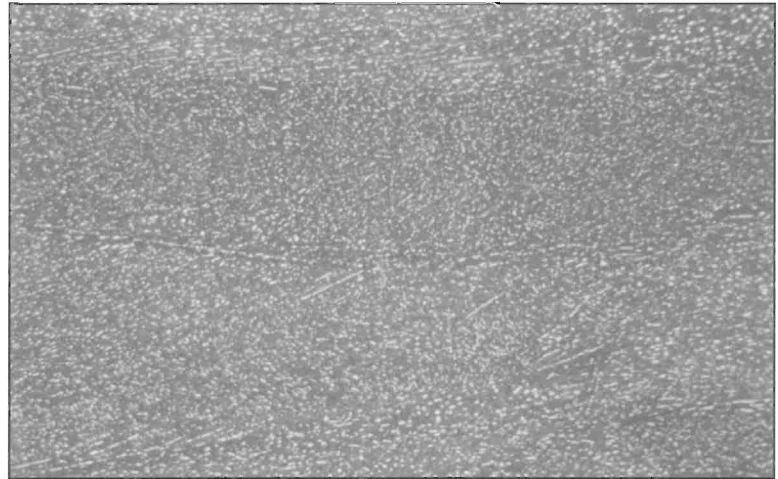
Längsrichtung

Longitudinal

Longitudinales

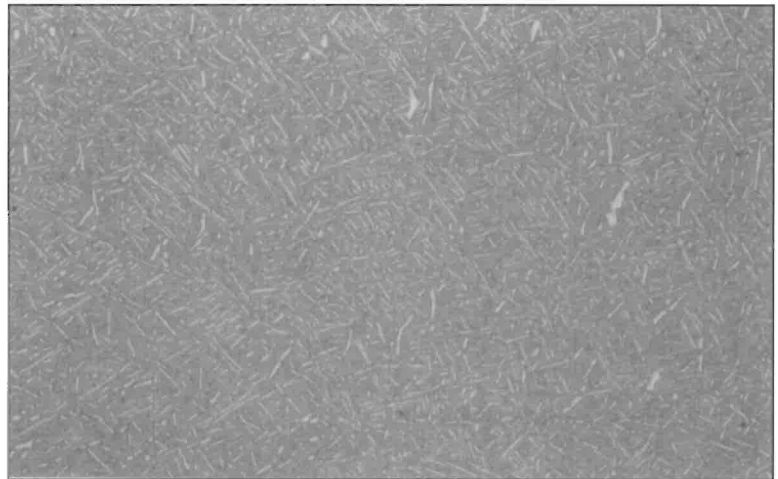
TiV10Fe2Al3

>100 ≤ 250 mm Ø



I 1

x 200



I 2

x 200



I 3

x 100

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Längsrichtung

TiV10Fe2Al3

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Longitudinal

$>100 \leq 250$ mm \varnothing

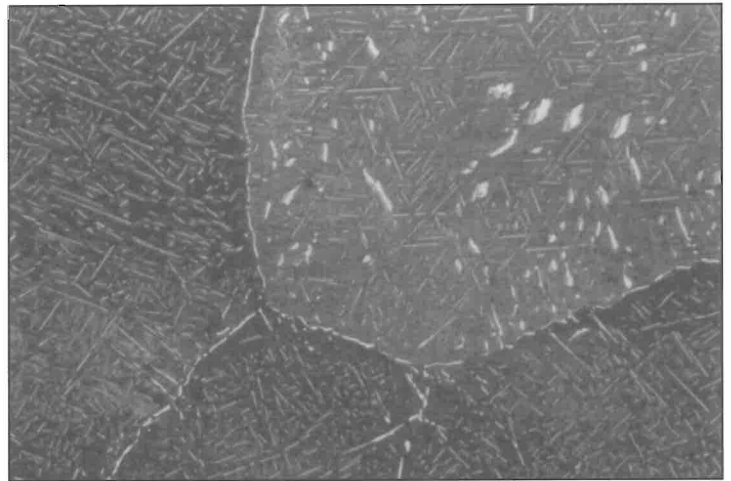
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Longitudinales



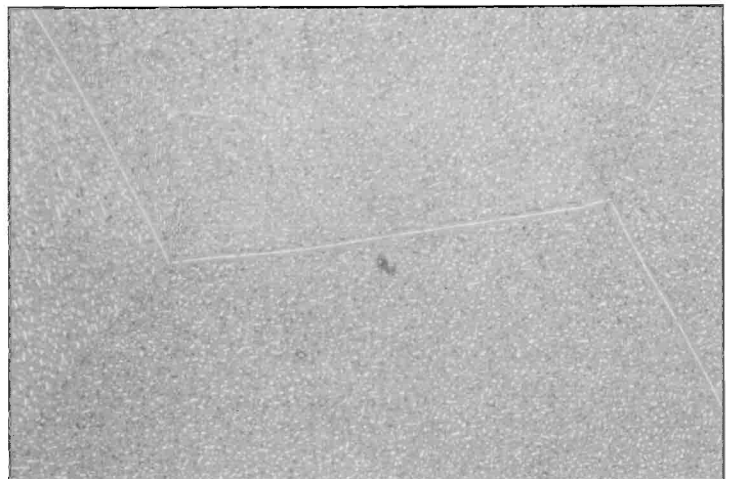
14

x 200



15

x 200



16

x 200

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

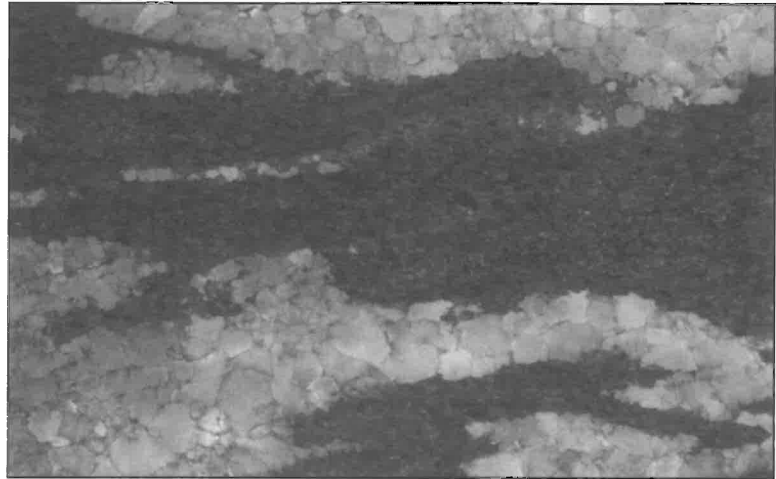
Längsrichtung

Longitudinal

Longitudinales

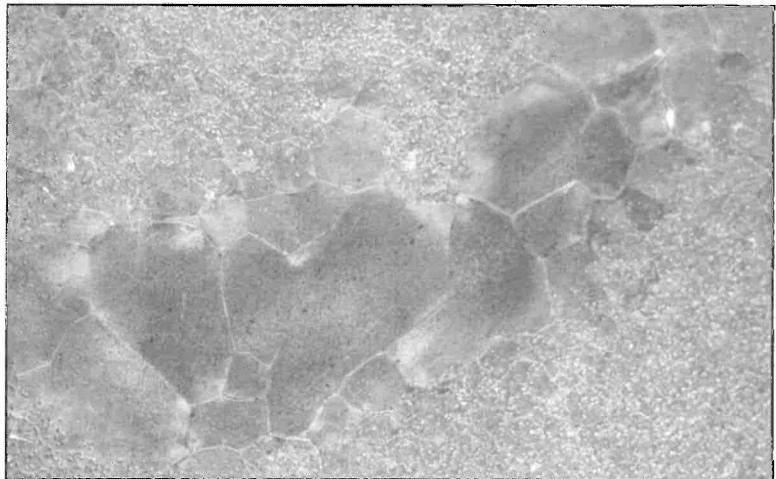
TiV10Fe2Al3

>100 ≤ 250 mm Ø



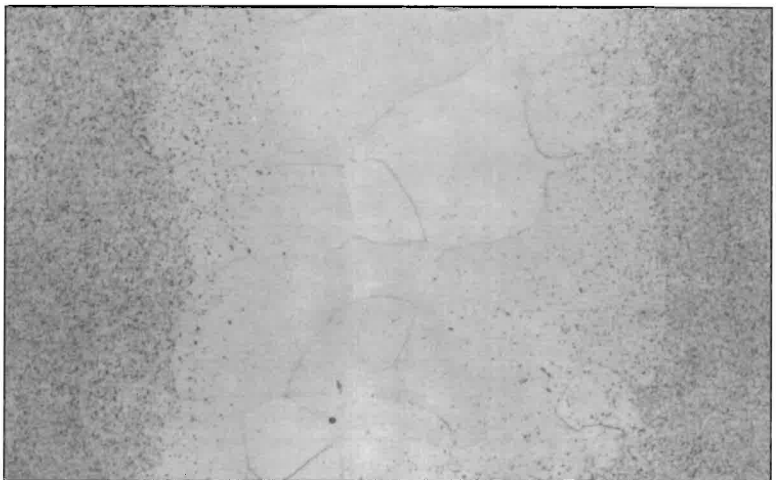
17

x 15



18

x 15



19

x 15

Mikrogefüge von Stäben aus $\alpha+\beta$ -Titan-
legierungen

Längsrichtung

TiV10Fe2Al3

Microstructures of $\alpha+\beta$ titanium
alloy bars

Longitudinal

$>100 \leq 250$ mm \varnothing

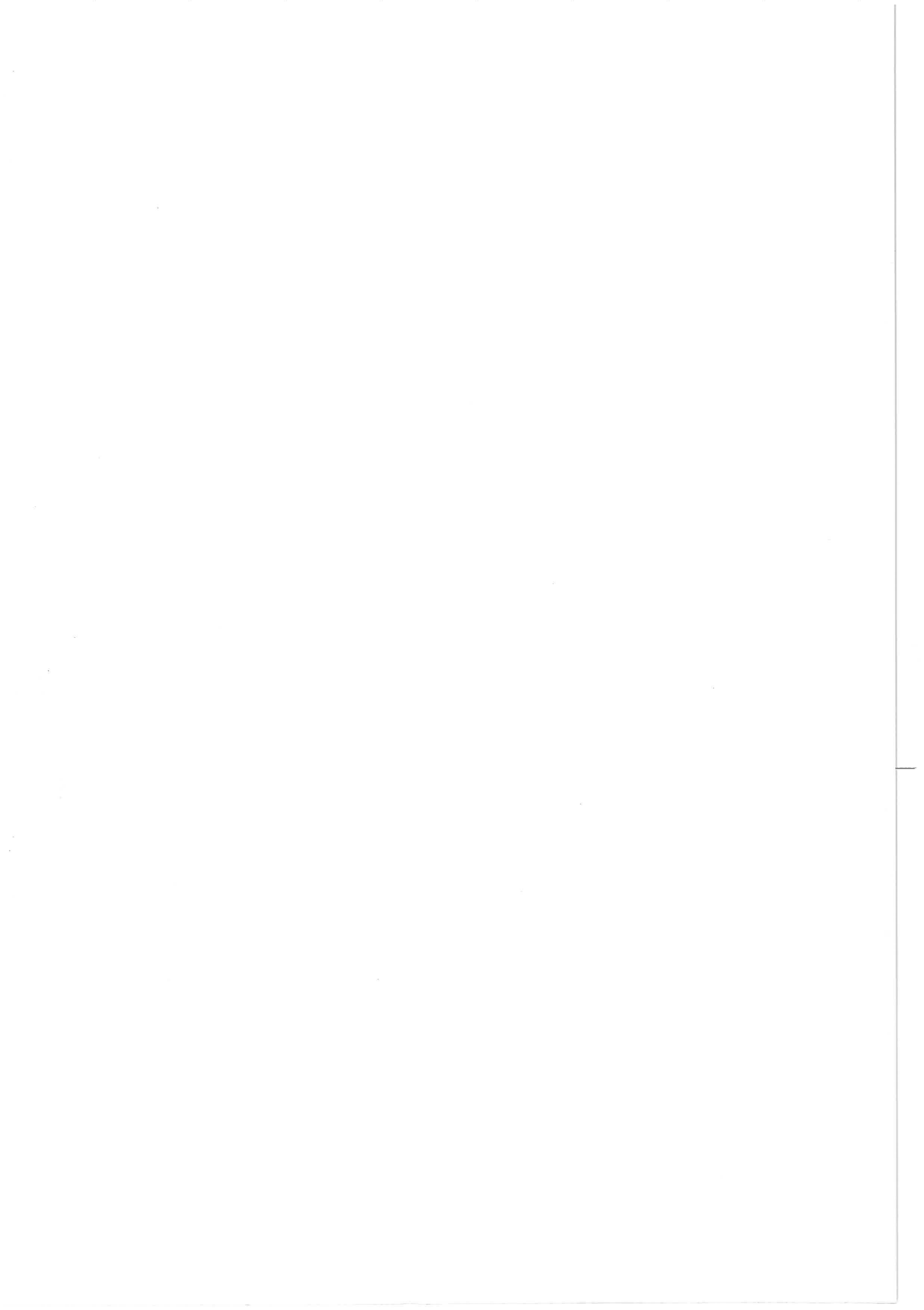
Microstructures des barres en alliages
de titane $\alpha+\beta$

Longitudinales



I 10

x 200



Der „**Technische Ausschuß Europäischer Titanhersteller**“ hat bisher die folgenden Publikationen herausgegeben:

- ETTC 1 Technische Lieferbedingungen für Halbzeuge aus Titan und Titanlegierungen (1975). 2. Ed. (1989)
 - ETTC 2 Mikrogefüge-Richtreihen für Stäbe aus $\alpha+\beta$ -Titanlegierungen (1979)
 - ETTC 3 Makrogefüge-Richtreihen für Stäbe aus Titanlegierungen (1981)
 - ETTC 4 Mikrogefüge-Richtreihe für Platten aus $\alpha+\beta$ -Titanlegierungen (1982), 2. Ed. (1991)
 - ETTC 5 Merkmale von Standard-Luftfahrt (STQ)- und Disc-Qualität (DQ) von Titan und Titanlegierungen (1983)
 - ETTC 6 Aufbereiteter Titanschrott zur Wiederverwendung in Titan und Titanlegierungen (1984)
 - ETTC 7 Richtlinien zur Ultraschallprüfung von Halbzeugen aus Titan und Titanlegierungen (1985)
 - ETTC 8 Metallographie von Titan und Titanlegierungen - Begriffe - Probenherstellung - Bestimmung des Primäralpha-Anteils und des Beta-Transus - (1988)
-

The „**Technical Committee of European Titanium Producers**“ has produced the following publications:

- ETTC 1 Technical supply conditions for semi-fabricated products of titanium and titanium alloys (1975). 2. Ed. (1989)
 - ETTC 2 Microstructural standards for $\alpha+\beta$ titanium alloy bars (1979)
 - ETTC 3 Macrostructural standards for titanium alloy bars (1981)
 - ETTC 4 Microstructural standards for $\alpha+\beta$ titanium alloy plates (1982), 2. Ed. (1991)
 - ETTC 5 Definition of standard aircraft (STQ) and disc quality (DQ) titanium products (1983)
 - ETTC 6 Processed titanium scrap for recycling in titanium and titanium alloys (1984)
 - ETTC 7 Rules for the ultrasonic inspection of semi-fabricated products of titanium and titanium alloys (1985)
 - ETTC 8 Metallography of Titanium und Titanium alloys - Definitions - Sample preparation- Determination of primary alpha content and beta transus - (1988)
-

Le «**Comité Technique des Producteurs Européens du Titane**» a édité les publications suivantes:

- ETTC 1 Conditions techniques de livraison des produits semi ouverts en titane et alliages de titane (1975), 2. Ed. (1989)
- ETTC 2 Microstructures types pour barres en alliages de titane $\alpha+\beta$ (1979)
- ETTC 3 Macrostructures types pour barres en alliages de titane (1981)
- ETTC 4 Microstructures types pour plaques en alliages de titane (1982), 2. Ed. (1991)
- ETTC 5 Définition de la qualité standard aéronautique (STQ) et de la qualité disques (DQ) pour les alliages de titane (1983)
- ETTC 6 Chutes traitées pour le recyclage en titane et alliages de titane (1984)
- ETTC 7 Règles pour le contrôle par ultrasons de demi-produits en titane et alliages de titane (1985)
- ETTC 8 Metallographie du Titane et des alliages de Titane - Définitions - Préparation de l'échantillon - Détermination de la teneur en alpha primaire et de la température du transus beta - (1988)

