

**Allgemeine
bauaufsichtliche
Zulassung/
Allgemeine
Bauartgenehmigung**

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamnt

Eine vom Bund und den Ländern
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum:

22.02.2021

Geschäftszeichen:

I 72-1.10.1-252/3

Nummer:

Z-10.1-252

Geltungsdauer

vom: **22. Februar 2021**

bis: **22. Februar 2026**

Antragsteller:

STABILIT SUISSE SA

Via Lische 11/13

6855 STABIO

SCHWEIZ

Gegenstand dieses Bescheides:

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme

MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen und genehmigt.

Dieser Bescheid umfasst elf Seiten und sieben Anlagen, bestehend aus 28 Seiten.

DIBt

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.
- 8 Die von diesem Bescheid umfasste allgemeine Bauartgenehmigung gilt zugleich als allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Bauart.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand und Verwendungsbereich

Zulassungsgegenstand sind:

- Fuß- und Rahmenprofile aus Aluminium, die durch Kunststoff-Isolierstege thermisch getrennt sind
- Soganker aus Aluminium
- Dichtungsprofile aus Ethylen/ Propylen-Terpolymer (EPDM)

Die o. g. genannten Bauprodukte mit den im Abschnitt 3.1 genannten Hohlkammerprofilen dürfen für ebene "MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm" im Dach- und Wandbereich verwendet werden.

1.2 Genehmigungsgegenstand und Anwendungsbereich

Genehmigungsgegenstand ist die Planung, Bemessung und Ausführung der ebenen "MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm" unter Verwendung der lichtdurchlässigen Hohlkammerprofile nach DIN EN 16153¹ gemäß Abschnitt 3.1 und der oben genannten Aluminium- und Dichtungsprofile sowie ggf. Soganker.

Bei Einfeldsystemen liegen die Hohlkammerprofile auf ebenen, thermisch getrennten, Fuß- und Rahmenprofilen, die senkrecht (als seitlicher Abschluss auch parallel) zu den Stegen der Platten angeordnet sind, auf. An den Längsrändern werden die Hohlkammerprofile über eine Nut-Feder-Verbindung miteinander verbunden (siehe Anlagen 2 und 4). Bei Durchlaufsystemen werden die Hohlkammerprofile an den Zwischenauflagern zusätzlich durch Soganker gehalten (siehe Anlage 2).

Das Lichtbahnsystem darf im Dach- und Wandbereich für offene oder geschlossene Bauwerke angewendet werden. Bei Einsatz im Dachbereich ist eine Mindestneigung der Hohlkammerprofile von 5° erforderlich.

Die Hohlkammerprofile dürfen zu beliebig großen Flächentragwerken über rechteckigem Grundriss zusammengesetzt werden. Direkte Sonneneinstrahlung auf der Innenseite der Hohlkammerprofile ohne Oberflächenschutz ist auszuschließen.

Die Hohlkammerprofile sind nicht betretbar. Sie dürfen nicht zur Absturzsicherung verwendet werden.

2 Bestimmungen für die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Fuß- und Rahmenprofile

Die Fuß- und Rahmenprofile (siehe Anlage 1) müssen Aluminium-Strangpressprofile mit zwei Kunststoff-Isolierstegen als thermische Trennung sein.

Die Aluminium-Strangpressprofile müssen aus Aluminium EN AW-6060, Zustand T66 nach EN 755-2² bestehen.

Die Kunststoff-Isolierstege müssen aus glasfaserverstärktem Polyamid PA66 mit einem Glasmasseanteil von ca. 25 % bestehen und im Extrusionsverfahren aus der Formmasse ISO 16396-PA 66,GF 25,EC2L hergestellt werden.

1	EN 16153:2015-05	Lichtdurchlässige, flache Stegmehrfachplatten aus Polycarbonat (PC) für Innen- und Außenanwendungen an Dächern, Wänden und Decken - Anforderungen und Prüfverfahren
2	EN 755-2:2016-10	Aluminium und Aluminiumlegierungen - Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile - Teil 2: Mechanische Eigenschaften

Die Abmessungen der Fuß- und Rahmenprofile müssen den Angaben in Anlage 3.1 entsprechen.

2.1.2 Soganker

Die Soganker "M9V9" und "M9V6" müssen aus Aluminium EN AW-6060, Zustand T66 nach DIN EN 755-2 bestehen.

Die Abmessungen der Soganker müssen den Angaben in Anlage 3.2 entsprechen.

2.1.3 Dichtungsprofil

Das Dichtungsprofil "M928" muß aus Ethylen/ Propylen-Terpolymer (EPDM) nach DIN 7863³ mit einer Shore-A-Härte von 70±5 nach DIN EN ISO 868⁴ bestehen (siehe Anlage 3.3).

2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

2.2.1 Herstellung

Die Bauprodukte nach den Abschnitten 2.1.1 bis 2.1.3 sind werkseitig herzustellen.

2.2.2 Verpackung, Transport und Lagerung

Verpackung, Transport und Lagerung der Bauprodukte dürfen nur nach Anleitung des Herstellers erfolgen.

2.2.3 Kennzeichnung

Die Bauprodukte gemäß den Abschnitten 2.1.1 bis 2.1.3 oder deren Verpackung oder deren Lieferschein müssen vom jeweiligen Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden.

Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 zum Übereinstimmungsnachweis erfüllt sind.

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bauprodukte nach Abschnitt 2.1.1 bis 2.1.3 mit den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer Erstprüfung der Bauprodukte durch eine hierfür anerkannte Prüfstelle erfolgen. Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

³ DIN 7863-1:2019-12

Elastomer-Dichtprofile für Fenster und Fassade - Technische Lieferbedingungen - Teil 1: Nichtzellige Elastomer-Dichtprofile im Fenster- und Fassadenbau

⁴ EN ISO 868:2003-10

Kunststoffe und Hartgummi - Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Durometer (Shore-Härte)

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle sind mindestens die folgenden Prüfungen durchzuführen:

- Die Materialien zur Herstellung der Bauprodukte nach Abschnitt 2.1.1 bis 2.1.3 sind einer Eingangskontrolle zu unterziehen. Hierzu hat der Verarbeiter sich vom Hersteller durch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß DIN EN 10204⁵ bestätigen zu lassen, dass die gelieferten Baustoffe mit den in Abschnitt 2.1.1 bis 2.1.3 geforderten Baustoffen übereinstimmen.
- Der Hersteller der Aluminiumprofile/ Soganker muss mindestens dreimal arbeitstäglich die Einhaltung der in den Anlagen 3.1 und 3.2 angegebenen Abmessungen kontrollieren.
- Der Hersteller der Aluminiumprofile mit thermischer Trennung entsprechend Anlage 3.1 muss zusätzlich mindestens einmal je 500 m Profillänge, jedoch mindestens dreimal arbeitstäglich folgende Prüfung durchführen bzw. durchführen lassen:
 - Querzugversuch
Die Zugversuche sind entsprechend den Bedingungen der Anlage 6 durchzuführen. Kein Einzelwert der Querzugfestigkeit darf kleiner als der angegebene Mindestwert der Querzugfestigkeit $Q_{\min} = 100 \text{ N/mm}$ sein.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und soweit zutreffend Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Komponenten, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.3.3 Erstprüfung der Bauprodukte durch eine anerkannte Prüfstelle

Im Rahmen der Erstprüfung der Bauprodukte nach Abschnitt 2.1.1 bis 2.1.3 sind die in diesen Abschnitten genannten Produkteigenschaften zu prüfen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Planung

Die Lichtbahnsysteme "MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm" sind unter Beachtung der Technischen Baubestimmungen zu planen, sofern im Folgenden nichts anderes bestimmt ist.

Dafür müssen Hohlkammerprofile mit einer Dicke von 40 mm und einer Breite (le) von 0,50 m aus Polycarbonat (PC) nach der harmonisierten europäischen Norm DIN EN 16153 und entsprechend den Angaben nach Anlage 4 verwendet werden.

Sie sind normalentflammbar.

⁵ DIN EN 10204:2005-01 Metallische Erzeugnisse - Arten von Prüfbescheinigungen

Die Hohlkammerprofile müssen unverfüllte Hohlkammern aufweisen und auf der Außenseite, die unverwechselbar gekennzeichnet sein muss, mit einem Oberflächenschutz gegen Witterungseinflüsse versehen sein.

Die Bestimmungen für die Bemessung gelten bei Ausführung und Anordnung der Hohlkammerprofile im Lichtbahnsystem entsprechend den Anlagen 1 bis 4.

Die Bauprodukte müssen den besonderen Bestimmungen und den Angaben in den Anlagen dieses Bescheids sowie den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben entsprechen.

Das Lichtbahnsystem darf in den Unterstützungssystemen nach Tab. 1 ausgeführt werden:

Tabelle 1: Ausführung des Lichtbahnsystems

Lichtbahnsystem	Hohlkammerprofil gemäß Anlage	Soganker gemäß Anlage	Statisches System
MODULIT® 500LP	4.1.1		Einfeldsystem
MODULIT® 511LP	4.2.1		
MODULIT® 500LP	4.1.1	M9V9/3.2.1	Durchlaufsystem
MODULIT® 511LP	4.2.1	M9V9/3.2.1 oder M9V6/3.2.2	

Die freien Längsseiten der Hohlkammerprofile sind in den seitlichen Rahmenprofilen nach Anlage 1 zu halten. Gegen Windsogbeanspruchung können die Hohlkammerprofile mit Sogankern entsprechend Anlage 2 in Längsrichtung verschieblich verankert werden.

Die Fuß- und Rahmenprofile in Anordnung nach Anlage 1.2.1 und 1.2.3 dürfen nur im Wandbereich eingesetzt werden.

Kann das Lichtbahnsystem planmäßig mit chemischen Substanzen in Kontakt kommen, so ist die Beständigkeit der Hohlkammerprofile gegen die Chemikalien zu überprüfen.

3.2 Bemessung

3.2.1 Standsicherheitsnachweis

3.2.1.1 Allgemeines

Sofern in den folgenden Abschnitten nichts anderes bestimmt ist, sind alle erforderlichen statischen Nachweise auf der Grundlage der Technischen Baubestimmungen⁶ zu führen.

Für den Nachweis der Tragfähigkeit (GZT) ist

$$\frac{E_d}{R_d} \leq 1,0$$

und für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (GZG) - Begrenzung der Durchbiegung - ist

$$\frac{E_d}{C_d} \leq 1,0$$

zu erfüllen.

E_d : Bemessungswert der Einwirkung

R_d : Bemessungswert des Bauteilwiderstandes für den Nachweis GZT

C_d : Bemessungswert des Bauteilwiderstandes für den Nachweis GZG

Bei Mehrfeldsystemen ist die Durchlaufwirkung bei der Lastermittlung zu berücksichtigen. Das Lichtbahnsystem darf nicht zur Aussteifung der Unterkonstruktion herangezogen werden.

⁶ Siehe: www.dibt.de unter der Rubrik >Technische Baubestimmungen<

Die Nachweise der Aluminiumprofile, deren Befestigungen sowie die Nachweise der Unterkonstruktionen und Zwischenaufleger und der Befestigungen der Soganker sind für jeden Einzelfall gemäß den Technischen Baubestimmungen zu führen.

Beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (Begrenzung der Durchbiegung) ist das Eigengewicht der Hohlkammerprofile zu berücksichtigen.

3.2.1.2 Bemessungswerte der Einwirkungen, E_d

Die charakteristischen Werte der Einwirkungen E_k , die Teilsicherheitsbeiwerte γ_F und die Beiwerte ψ sind den Technischen Baubestimmungen zu entnehmen. Für den Nachweis der Tragfähigkeit (GZT) der Hohlkammerprofile darf die Einwirkung aus Eigenlast entfallen. Nutzlasten sind nicht zugelassen.

Die Bemessungswerte der Einwirkung E_d ergeben sich aus den charakteristischen Werten der Einwirkungen E_k unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte γ_F , der Beiwerte ψ und der Einflussfaktoren der Einwirkungsdauer C_t .

Für die im Sommerlastfall zu berücksichtigenden Auswirkungen aus Wind und Temperatur darf der in DIN EN 1990/NA⁷ definierte ψ -Beiwert angesetzt werden. Bei der Bemessungssituation in der der Wind als dominierende veränderliche Einwirkung berücksichtigt wird, darf der ψ -Beiwert beim Bemessungswert des Bauteilwiderstandes berücksichtigt werden.

Unter Berücksichtigung der Einwirkungsdauer sind die Einwirkungen E_k lastbezogen durch Multiplikation mit den Einflussfaktoren $K_t = C_t$ zu erhöhen.

Tabelle 2:

Lasteinwirkung	Dauer der Lasteinwirkung	$K_t = C_t$
Wind	sehr kurz	1,00
Schnee als außergewöhnliche Schneelast im norddeutschen Tiefland	kurz; bis eine Woche	1,15
Schnee	mittel; bis drei Monate	1,20
Eigengewicht	ständig	1,50

3.2.1.3 Bemessungswerte der Bauteilwiderstände, R_d , für den Nachweis der Tragfähigkeit (GZT)

Der Bemessungswert des Bauteilwiderstandes R_d ergibt sich aus dem charakteristischen Wert des Bauteilwiderstandes R_k unter Berücksichtigung des Material Sicherheitsbeiwertes γ_{MR} , des Einflussfaktors für Medieneinfluss C_u und des Einflussfaktors für Umgebungstemperatur C_θ wie folgt:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_{MR} \cdot C_u \cdot C_\theta}$$

Die charakteristischen Werte des Bauteilwiderstandes R_k sind in Abhängigkeit des statischen Systems und der Beanspruchungsrichtung der Anlage 5.1 und 5.2 zu entnehmen.

Tabelle 3: Einflussfaktoren C_u und C_θ

Einflussfaktor für Medieneinfluss und Alterung C_u		1,10
Einflussfaktor für Temperatur C_θ	im Sommer	1,20
	Im Winter	1,00

7

DIN EN 1990/NA:2010-12

Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung

Folgende Materialsicherheitsbeiwerte sind in Abhängigkeit der Schadensfolgeklasse (CC) gemäß EN 1990 anzusetzen:

Tabelle 4: Materialsicherheitsbeiwerte

Materialsicherheitsbeiwert γ_{MR}	CC 1	1,25
	CC 2	1,30

Bei der Bemessungssituation in der der Wind als dominierende veränderliche Einwirkung angesetzt wird, darf im Sommerlastfall die Abminderung des Bauteilwiderstandes aus Temperatur mit dem ψ -Beiwert reduziert werden. Für diese Bemessungssituation darf der Einflussfaktor für Umgebungstemperatur auf $1 + (C_{\theta} - 1,0) \cdot \psi$ reduziert werden.

- Einfeldsysteme

Die Beanspruchungsrichtungen "negativ" und "positiv" sowie die Stützweite l_F sind in Anlage 1 definiert.

Die charakteristischen Werte des Bauteilwiderstandes R_k sind in Abhängigkeit von der Stützweite l_F für Windlasten in Beanspruchungsrichtung "negativ" und für Wind- und Schneelasten in der Beanspruchungsrichtung "positiv" der Anlage 5.1 und 5.2 zu entnehmen.

- Durchlaufsysteme

Werden zusätzliche Zwischenaufleger mit Sogankern nach Anlage 2 angeordnet, ist die Beanspruchung an den Zwischenauflägern für den Nachweis maßgeblich.

Die Beanspruchungsrichtungen "negativ" und "positiv" sowie die Stützweite l_F sind in Anlage 1 definiert. Die charakteristischen Werte des Bauteilwiderstandes R_k sind als Interaktion zwischen Biegemoment und Auflagerkraft des Zwischenauflegers der Anlage 5.3 und 5.4 zu entnehmen.

Für die Beanspruchungsrichtung "negativ" darf bei der Berechnung der Bemessungswerte der Bauteilwiderstände der Einflussfaktor $C_u = 1,0$ angesetzt werden.

Die Zwischenaufleger (Unterkonstruktion) müssen mindestens 40 mm (MODULIT 500 LP) bzw. 60 mm (MODULIT 500 LP 40 mm) breit sein.

Für die Ermittlung der jeweiligen Stützweite ist bei Beanspruchungsrichtung "negativ" die Mitte des Sogankers und bei Beanspruchungsrichtung "positiv" die Mitte des Zwischenauflegers maßgebend.

Die Stützweite l_F muss mindestens 0,50 m betragen.

- Lokales Beulen

Bei voller Ausnutzung der charakteristischen Werte können in den gedrückten Außenschalen der Hohlkammerprofile reversible lokale Beulen auftreten, die ohne Auswirkung auf die Tragfähigkeit sind.

3.2.1.4 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit - Begrenzung der Durchbiegung

Der Bemessungswert des Bauteilwiderstandes C_d ergibt sich aus dem Bemessungswert der Begrenzung der Durchbiegung $f_{R,d}^{GZG}$. Die Durchbiegung ist für gleichmäßig verteilte Lasten unter der Annahme eines linear-elastischen Werkstoffverhaltens wie folgt zu führen:

$$\frac{f_{E,d}^{GZG}}{f_{R,d}^{GZG}} \leq 1,0$$

$f_{E,d}^{GZG}$: Bemessungswert der Durchbiegung infolge E_d

$f_{R,d}^{GZG}$: Bemessungswert der Begrenzung der Durchbiegung

**Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/
Allgemeine Bauartgenehmigung
Nr. Z-10.1-252**

Seite 9 von 11 | 22. Februar 2021

Bei der Berechnung des Bemessungswerts der Durchbiegung infolge E_d ist für die Hohlkammerprofile die Biegesteifigkeit

MODULIT® 500LP: $B = 1910 \text{ Nm}^2 / \text{m}$

MODULIT® 511LP: $B = 1809 \text{ Nm}^2 / \text{m}$

anzusetzen.

Das Eigengewicht darf mit $g = 0,05 \text{ kN/m}^2$ angenommen werden.

Zwängungsspannungen sind durch konstruktive Maßnahmen zu kompensieren. Die Längenänderungen aus Temperatur sind im Einzelfall zu beurteilen. Hierbei ist folgender Wärmeausdehnungskoeffizienten für die Hohlkammerprofile anzusetzen:

$$\alpha_T = 65 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

Der Bemessungswert der Begrenzung der Durchbiegung ergibt sich mit

$$f_{R,d}^{GZG} = \frac{f_k}{C_u \cdot C_\theta \cdot \gamma_{MC}}$$

Der charakteristische Wert für die Begrenzung der Durchbiegung (f_k) ist so festzulegen, dass die ordnungsgemäße Funktion nicht beeinträchtigt wird.

Folgender Materialsicherheitsbeiwert und folgende Einflussfaktoren sind anzusetzen:

Tabelle 5: Einflussfaktoren C_u und C_θ

Einflussfaktor für Medieneinfluss und Alterung C_u	nach Abschnitt 3.2.1.3
Einflussfaktor für Umgebungstemperatur C_θ	

Folgende Materialsicherheitsbeiwerte sind in Abhängigkeit der Schadensfolgeklasse (CC) gemäß DIN EN 1990 anzusetzen:

Tabelle 6: Materialsicherheitsbeiwert γ_{MC}

Materialsicherheitsbeiwert γ_{MC}	CC 1	1,09
	CC 2	1,13

3.2.1.5 Nachweis der Tragfähigkeit des Verbundes der thermisch getrennten Profile

Der Befestigungsabstand der Aluminiumprofile mit Kunststoff-Isolierstegen an der Unterkonstruktion darf maximal 350 mm betragen, Schubbeanspruchung aus Biegung ist auszuschließen.

Es ist eine ausreichende Sicherheit gegenüber Querzugversagen im Verbund nachzuweisen.

$$\left(\frac{\frac{\sigma_{xd}}{Q_k}}{\gamma_M \cdot A} \right) \leq 1$$

σ_{xd} : Bemessungswert der Normalspannung aus Windbelastung [N/mm]

Die außermittige Lasteinleitung der Hohlkammerprofile bezogen auf die Lage der Kunststoffisolierstege ist zu berücksichtigen.

γ_M : 1,30 - Materialsicherheitsbeiwert

A: 1,56 - Abminderungsfaktor für Alterung und Temperatur

Q_k : 100 N/mm - charakteristische Querzugfestigkeit des Verbundes (siehe Anlage 6).

3.2.2 Brandschutz

Die Hohlkammerprofile sind normalentflammbar. Die bei der Brandklassifizierung angegebenen Einbau- und Befestigungsbedingungen sind zu beachten (Luftkanäle müssen verschlossen sein). Die Lichtbahnsysteme sind nicht widerstandsfähig gegen Flugfeuer und strahlende Wärme nach DIN 4102-7⁸ (weiche Bedachung).

3.2.3 Wärmeschutz

Werden Anforderungen an den Wärmeschutz des Lichtbahnsystems gestellt, so ist der Wärmedurchgangskoeffizient gemäß DIN EN ISO 10077-1⁹ als Resultierende der anhand der Fläche gewichteten Wärmedurchgangskoeffizienten der Fuß- und Rahmenprofile sowie der Hohlkammerprofile und der anhand der Länge gewichteten längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten der Hohlkammerprofileinstände zu bestimmen.

Die jeweiligen Flächenanteile sind für das Lichtbahnsystem zu ermitteln. Für die Berechnung des Bemessungswertes des Wärmedurchgangskoeffizienten U_{cw} des Lichtbahnsystems ist folgende Formel zu verwenden:

$$U_{cw} = \frac{\sum (U_f \cdot A_f) + \sum (U_p \cdot A_p) + \sum (\Psi_p \cdot l_p)}{A_{ges}} \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

Hierin sind:

- U_f : Wärmedurchgangskoeffizient der Fuß und Rahmenprofile in $W/(m^2 \cdot K)$
- A_f : Ansichtsfläche der Fuß- und Rahmenprofile in m^2
- U_p : Wärmedurchgangskoeffizient der Hohlkammerprofile in $W/(m^2 \cdot K)$
- A_p : sichtbare Fläche der Hohlkammerprofile in m^2
- Ψ_p : längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Hohlkammerprofils im Bereich der Profileinbindung in $W/(m \cdot K)$
- l_p : umlaufende Länge der Hohlkammer-Profileinbindung in m
- A_{ges} : Gesamtfläche des Lichtbahnsystems in m^2

Tabelle 7: Wärmedurchgangskoeffizient U_f der Fuß- und Rahmenprofile

Profil	Ansichtsbreite [mm]	U_f [$W/(m^2 \cdot K)$]
Fußprofil	85	2,4
Rahmenprofil	100	2,4

Tabelle 8: Wärmedurchgangskoeffizient U_p [$W/(m^2 \cdot K)$] der Hohlkammerprofile (inklusive Nut-/Federverbindung)

Richtung des Wärmestroms	MODULIT® 500LP	MODULIT® 511LP
aufwärts – Einbau horizontal	1,5	1,1
horizontal – Einbau vertikal	1,4	1,0

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ_p des Hohlkammerprofils im Bereich der Profileinbindungen:

Die Werte können mit $\Psi_p = 0$ angenommen werden (siehe DIN 10077-1).

Wärmedurchgangskoeffizient weiterer Wärmebrückenbereiche:

Die punktförmigen Wärmebrücken der Soganker beim Durchlaufsystem können vernachlässigt werden.

⁸ DIN 4102-7:1998-7 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 7: Bedachungen, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

⁹ DIN EN ISO 10077-1:20188-01 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines

3.2.4 Klimabedingter Feuchteschutz

Für den Nachweis des klimabedingten Feuchteschutzes gilt DIN 4108-3¹⁰.

3.2.5 Schallschutz

Für den Nachweis des Schallschutzes gilt DIN 4109-1¹¹.

3.3 Ausführung**3.3.1 Allgemeines**

Die bauausführende Firma hat zur Bestätigung der Übereinstimmung der Bauart mit der allgemeinen Bauartgenehmigung eine Übereinstimmungserklärung gemäß §§ 16a Abs. 5 i. V. m. 21 Abs. 2 MBO abzugeben. Für die Übereinstimmungserklärung ist das Muster gemäß Anlage 7 zu verwenden. Diese Bestätigung ist dem Bauherrn zu überreichen.

3.3.2 Montage

Die Lichtbahnsysteme sind unter Beachtung der Technischen Baubestimmungen auszuführen, sofern im Folgenden nichts anderes bestimmt ist. Sie müssen unter Berücksichtigung der Planungs- und Bemessungsvorgaben (siehe Abschnitt 3.1 und 3.2) und entsprechend den Angaben der Anlagen ausgeführt werden, und dürfen nur von Firmen eingebaut werden, die die dazu erforderliche Erfahrung haben.

Die Lichtbahnsysteme dürfen zu Montagezwecken nur von Einzelpersonen mit Hilfe von Laufbohlen betreten werden, die über mindestens zwei Unterkonstruktionsprofilen verlegt sind.

Die Hohlkammerprofile dürfen mit Bauteilen aus gleichen oder anderen Baustoffen hintereinander oder übereinander nur angeordnet werden, wenn kein Wärmestau zwischen den Bauteilen auftreten kann.

Die einzelnen Hohlkammerprofile sind mit der an den Längsseiten angeformten Klemmverbindung zu einem Flächentragwerk ineinander zu schieben. An den Endauflagern sind die Hohlkammerprofile auf ganzer Breite verschieblich in den Aluminiumprofilen gemäß Anlage 1 aufzulagern. An den Zwischenauflegern sind die Hohlkammerprofile entsprechend Anlage 2 aufzulagern.

Das Lichtbahnsystem ist so einzubauen und am Nachbarbauteil so anzuschließen, dass Feuchtigkeit nicht eindringen kann und Wärmebrücken nach Möglichkeit vermieden werden. Diese Details sind im Einzelfall zu beurteilen.

4 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt und Wartung

Für die Wartungsarbeiten gelten die Vorschriften des Abschnitts 3.3.2 sinngemäß.

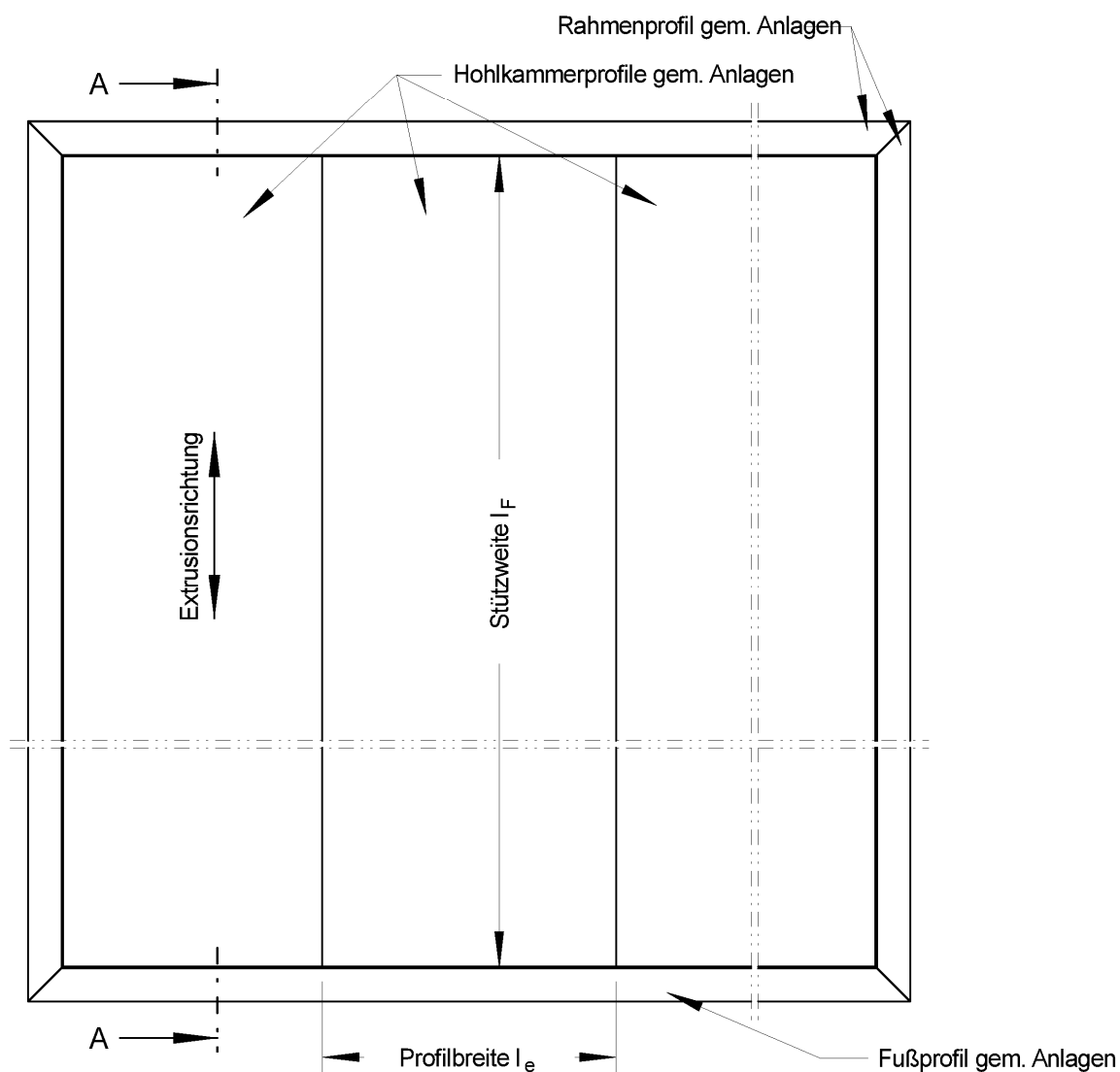
Im Rahmen der Zustandskontrolle der Lichtbahnsysteme durch den Bauherrn sind nach vier Jahren und dann im Abstand von zwei Jahren die Hohlkammerprofile auf ihren äußeren Zustand zu überprüfen. Werden Risse oder starke Verfärbungen festgestellt, ist in Abstimmung mit dem Antragsteller ein Sachverständiger für Kunststoffkonstruktionen hinzuzuziehen. Der Bauherr ist auf diese Bestimmung ausdrücklich hinzuweisen.

Renée Kamanzi-Fechner
Referatsleiterin

Beglaubigt
Wachner

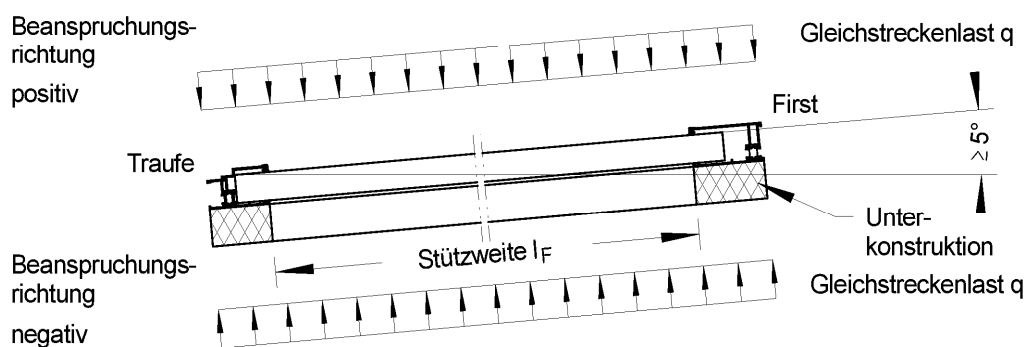
10	DIN 4108-3: 2014-11	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
11	DIN 4109-1:2016-7	Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen

Ansicht Dach und Wand Einfeldsystem



Schnitt A-A
s. Anlagen Z.2

Schematische Darstellung Längsschnitt Dachbereich



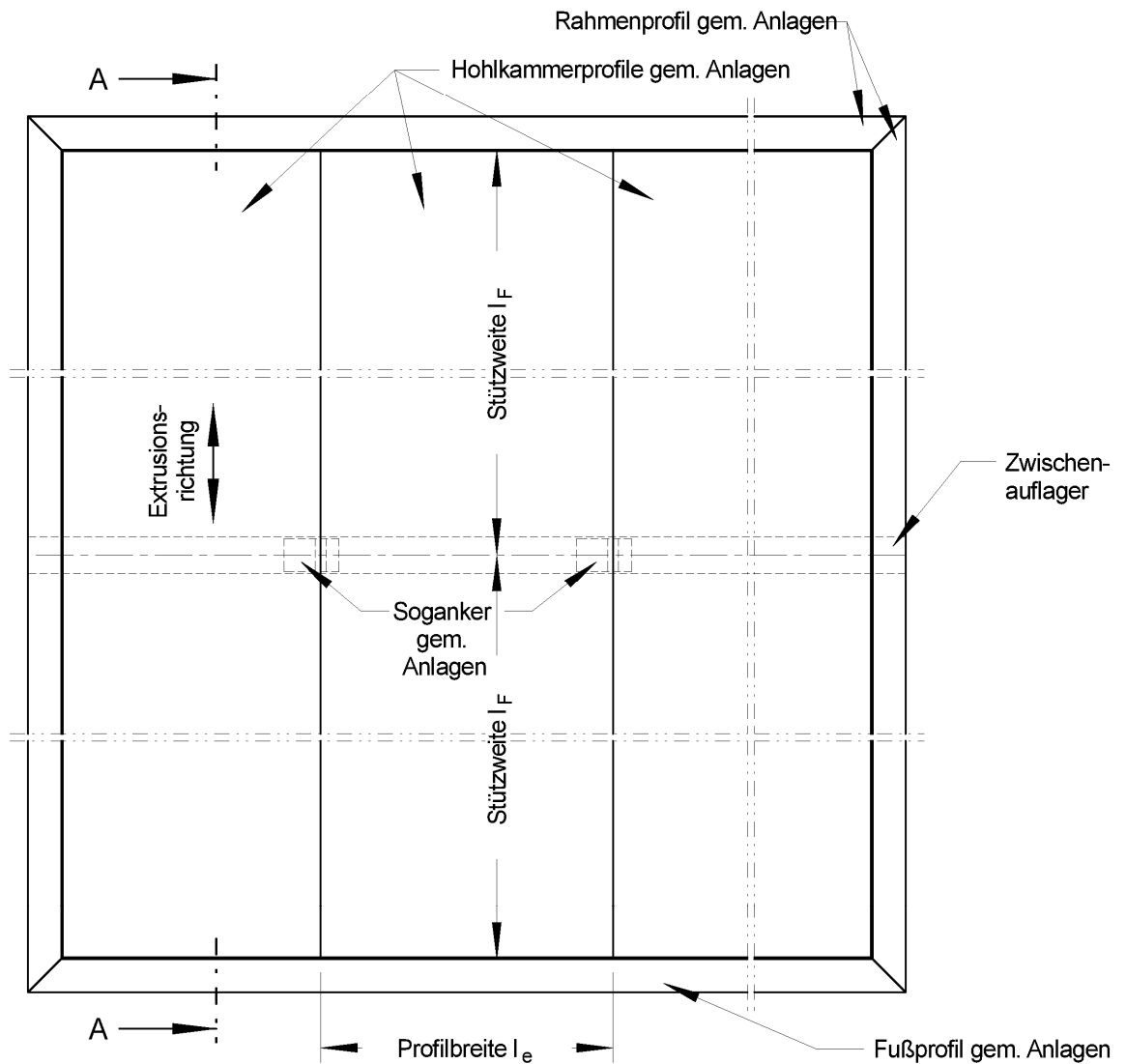
Abmessungen in mm

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Ansicht Einbausituation Einfeldsystem

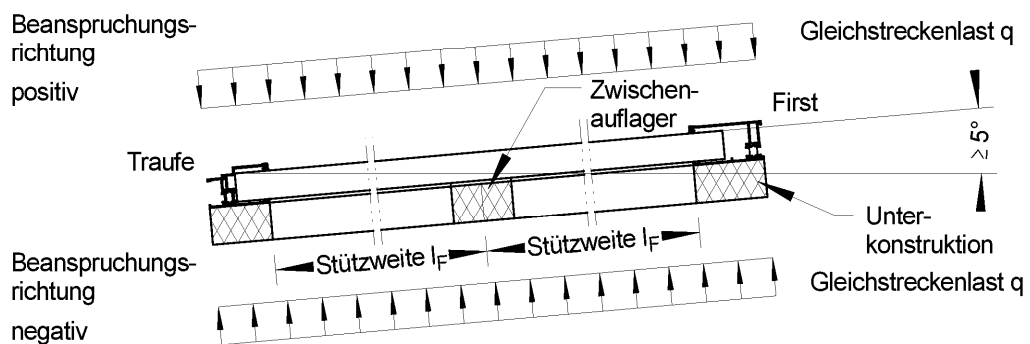
Anlage 1.1.1

Ansicht Dach und Wand Durchlaufsystem



Schnitt A-A
 s. Anlagen Z.2

Schematische Darstellung Längsschnitt Dachbereich

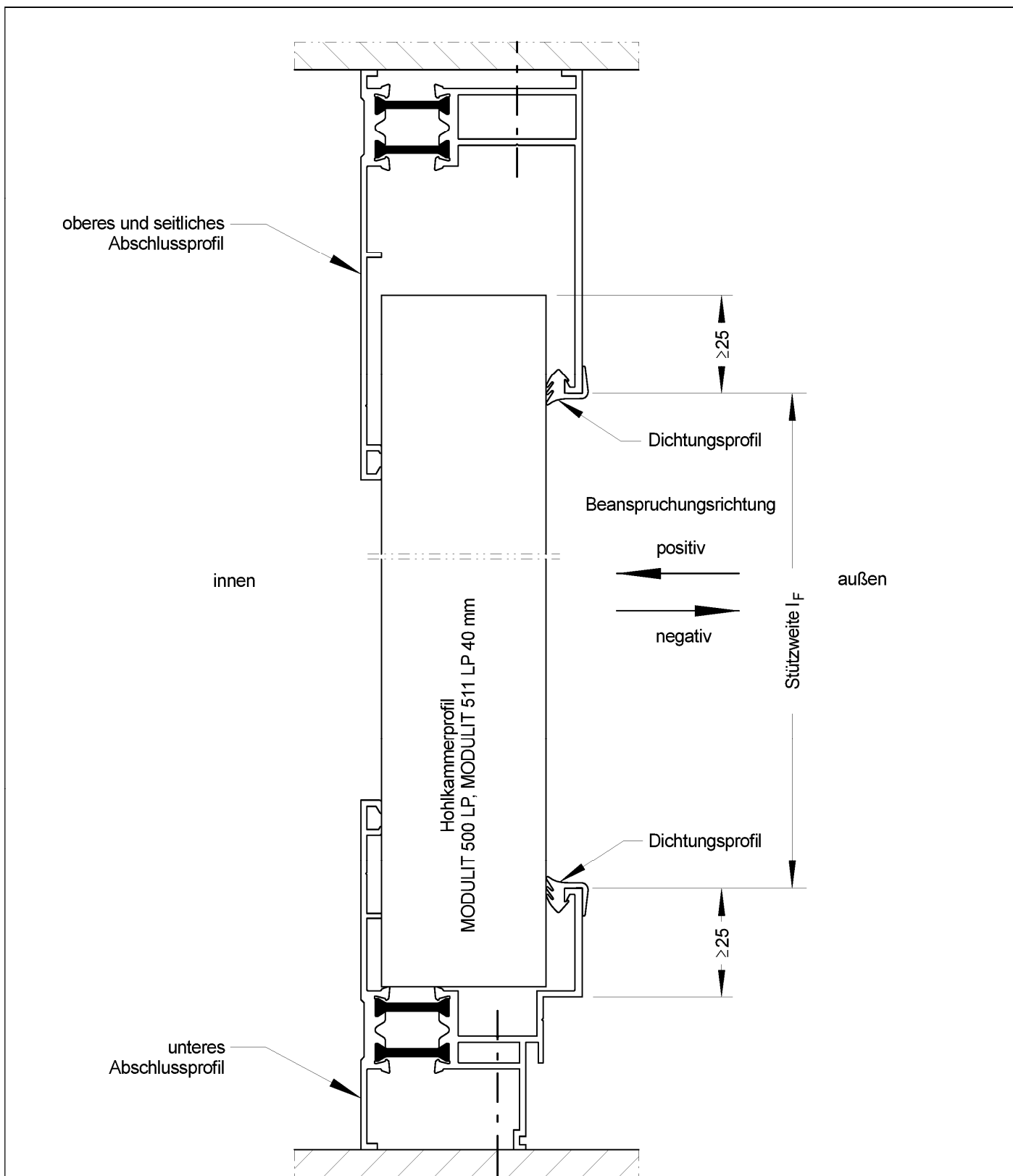


Abmessungen in mm

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Ansicht Einbausituation Durchlaufsystem

Anlage 1.1.2

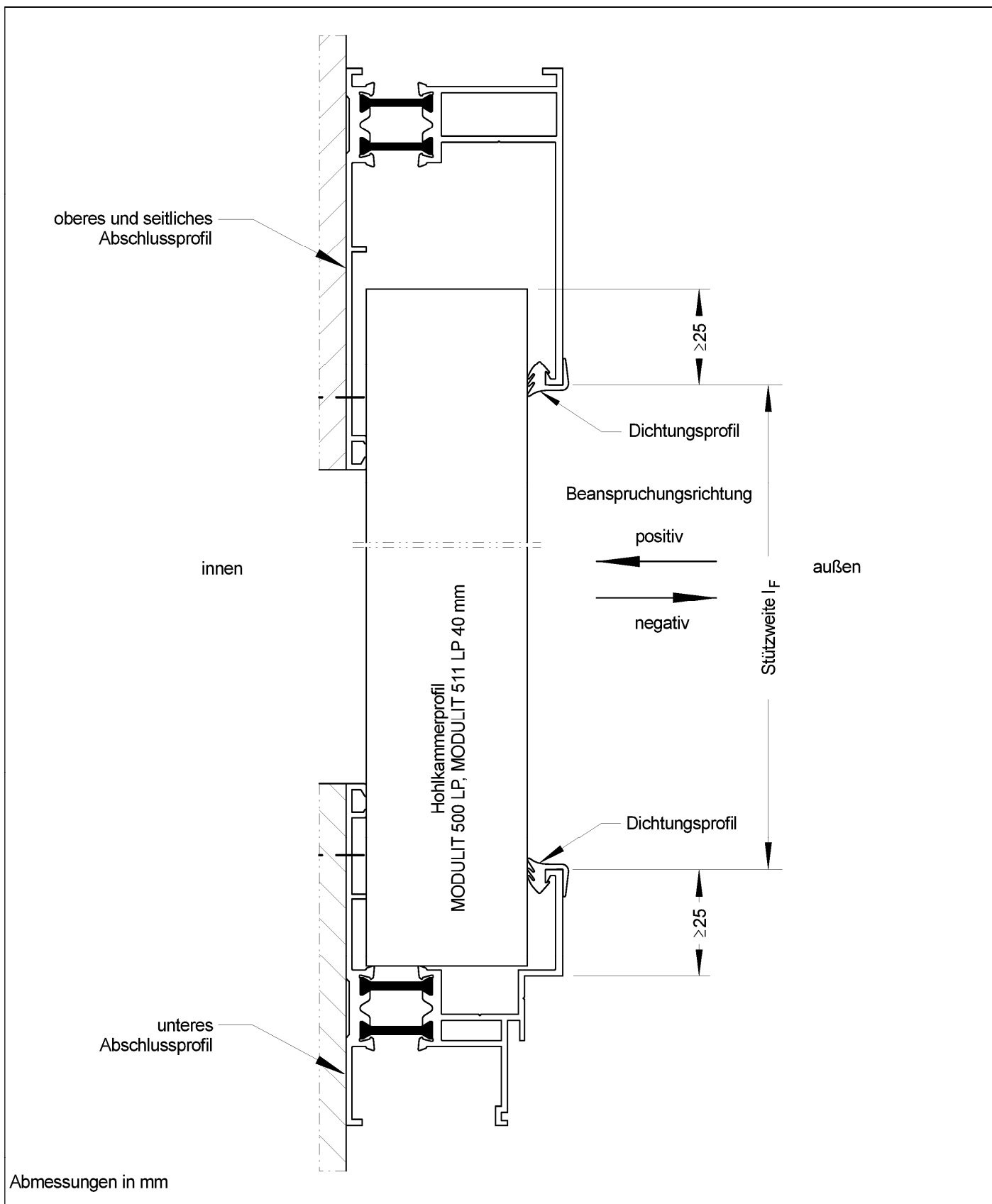


Abmessungen in mm

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Einfeldsystem
 Auflager Wandbereich, Beanspruchungsrichtungen
 Montagesituation in Laibung, exemplarisch

Anlage 1.2.1

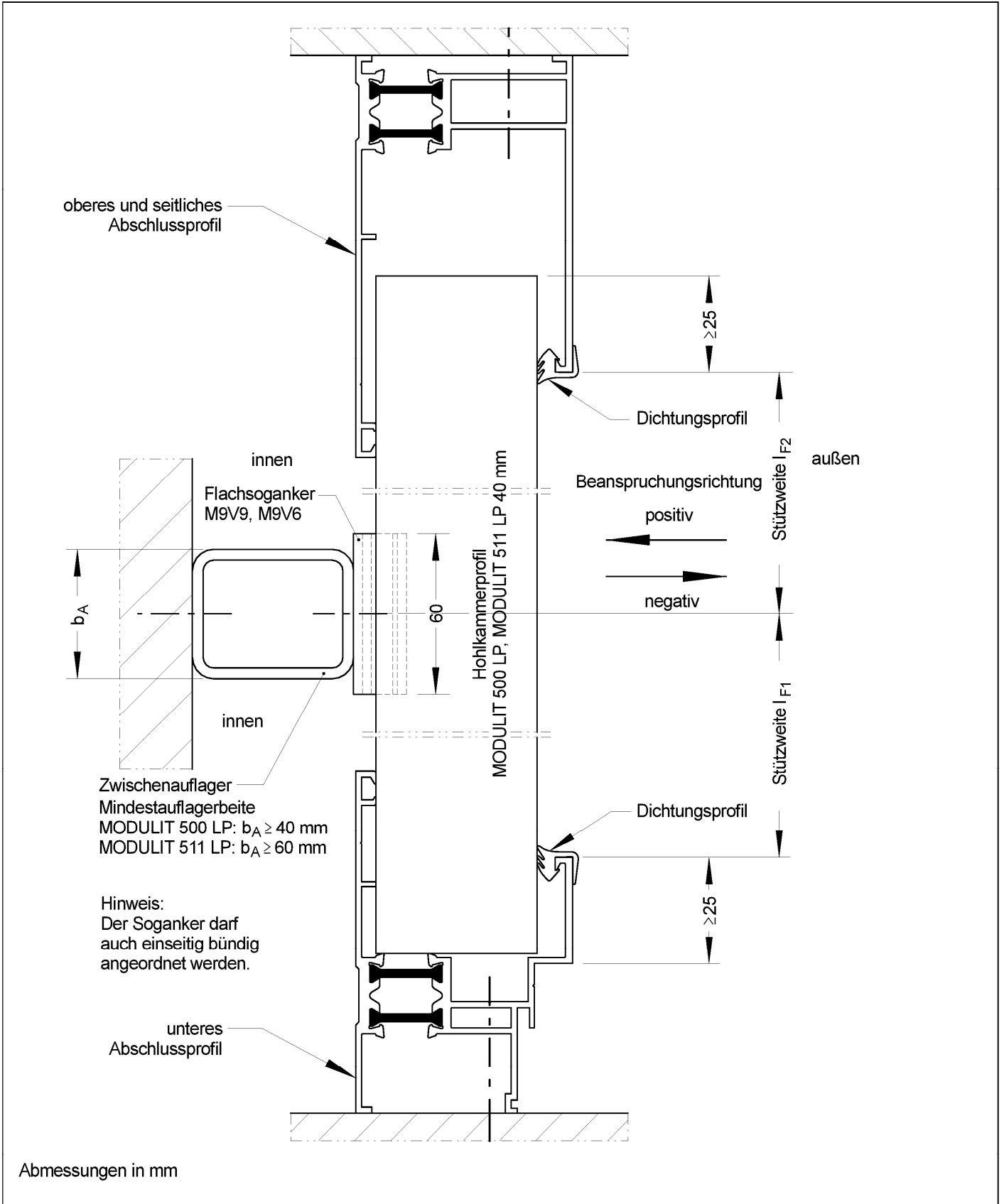


Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-10.1-252

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

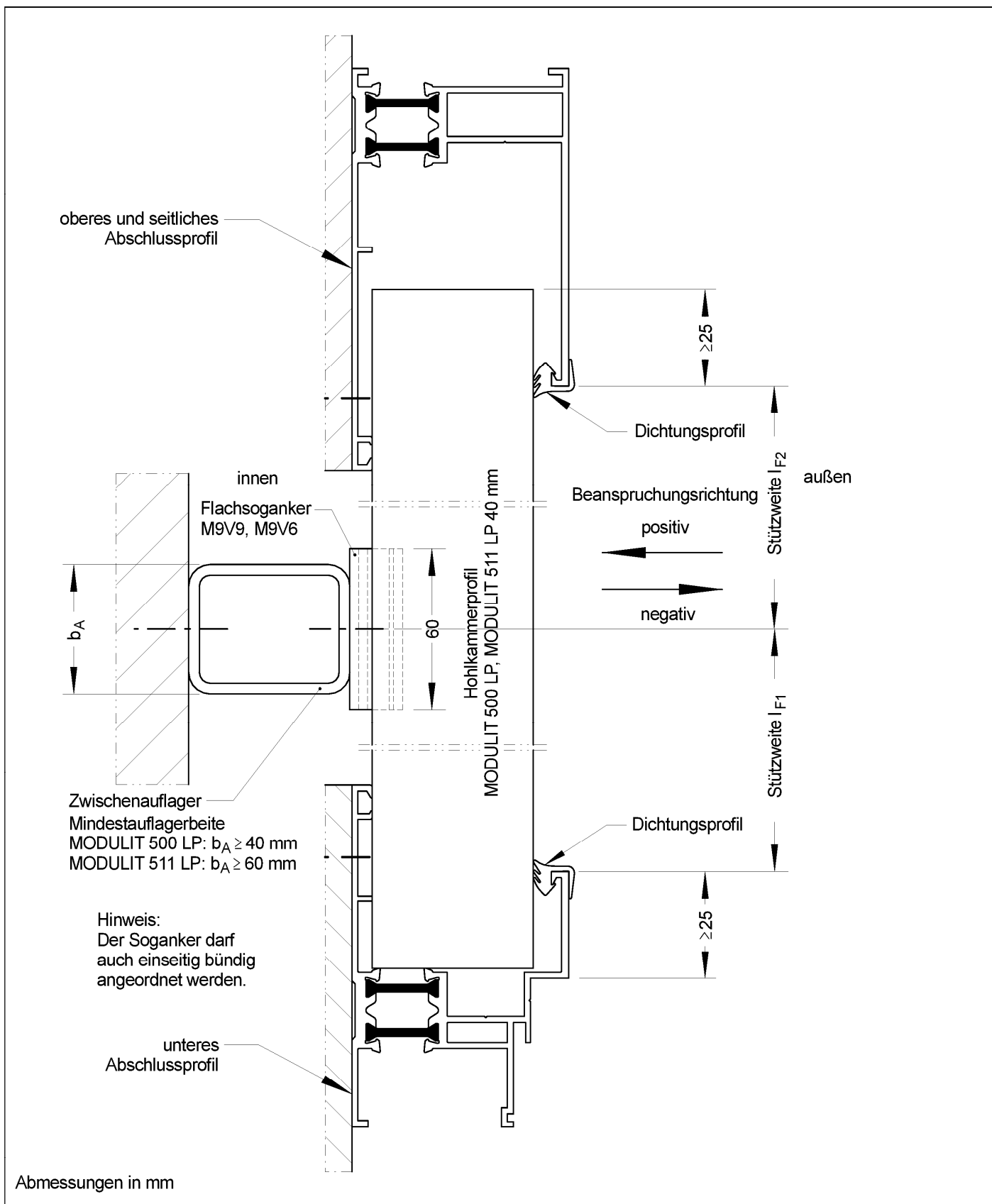
Einfeldsystem
Auflager Dach- und Wandbereich, Beanspruchungsrichtungen
Montagesituation exemplarisch

Anlage 1.2.2



Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-10.1-252

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm	Anlage 1.2.3
Mehrfeldsystem Auflager Wandbereich, Beanspruchungsrichtungen Montagesituation in Laibung, exemplarisch	



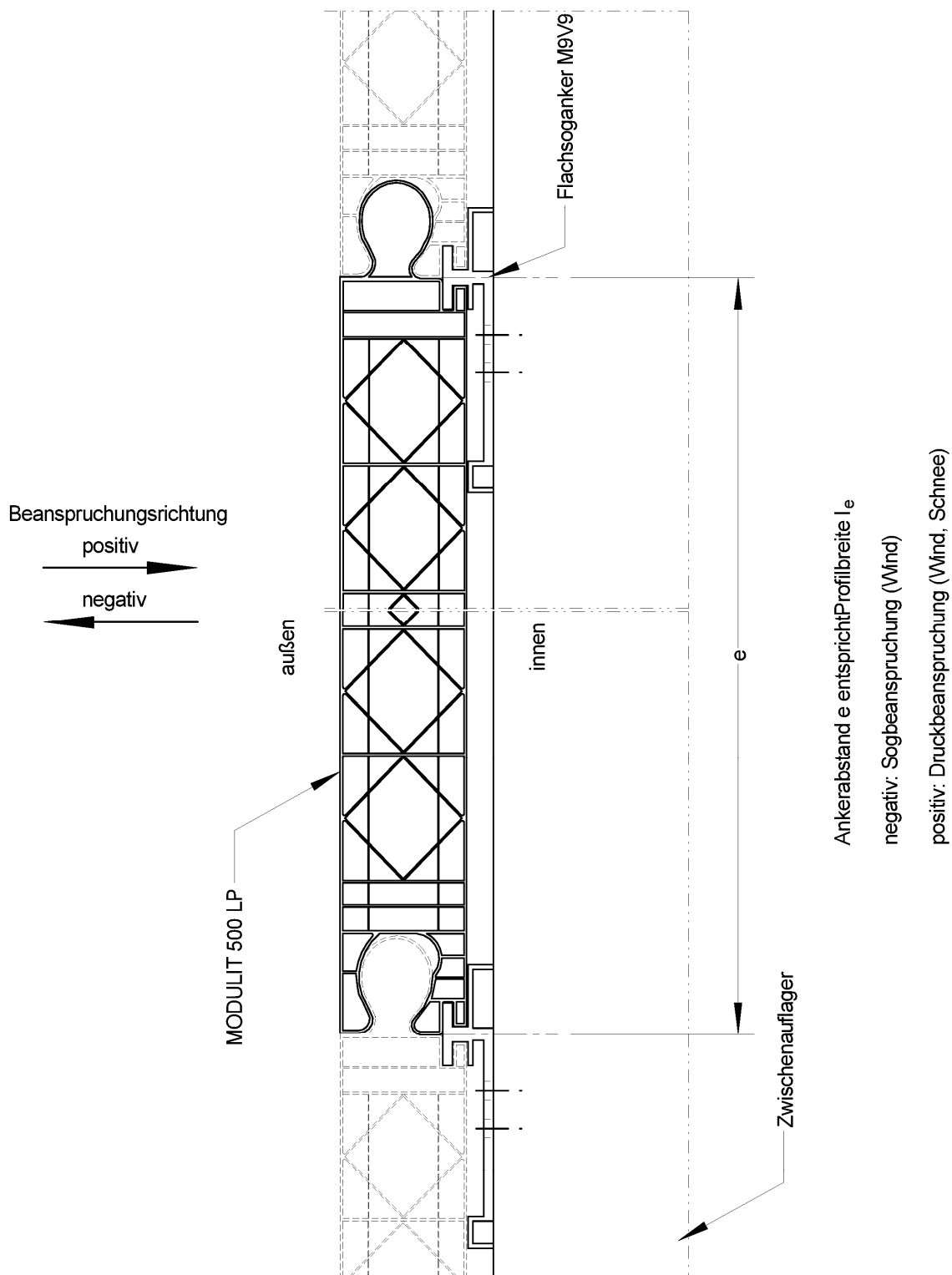
Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-10.1-252

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Mehrfeldsystem
Auflager Dach- und Wandbereich, Beanspruchungsrichtungen
Montagesituation exemplarisch

Anlage 1.2.4

schematische Darstellung
 (nicht maßstäblich)

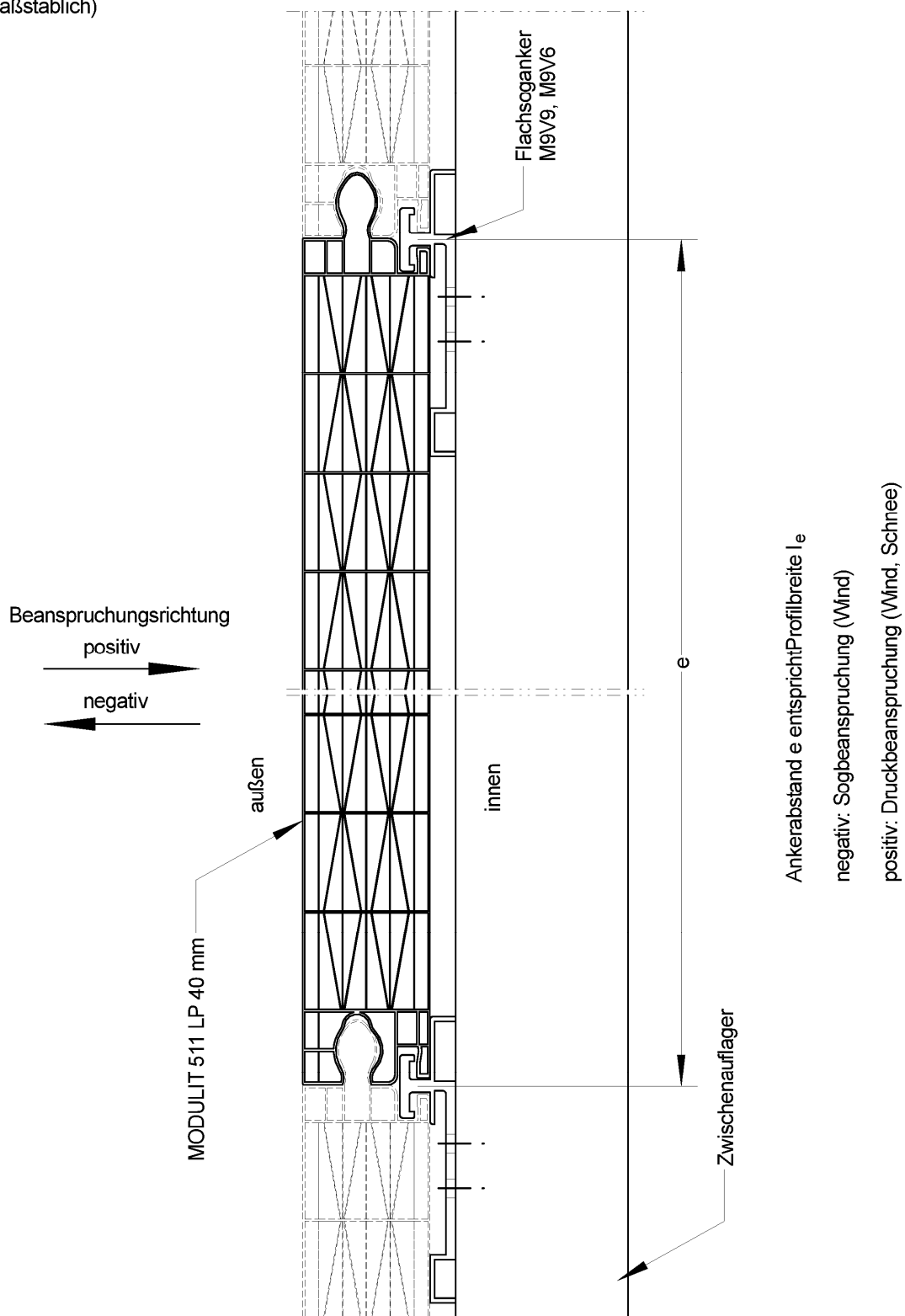


MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

MODULIT 500 LP
 Sogankeranordnung

Anlage 2.1

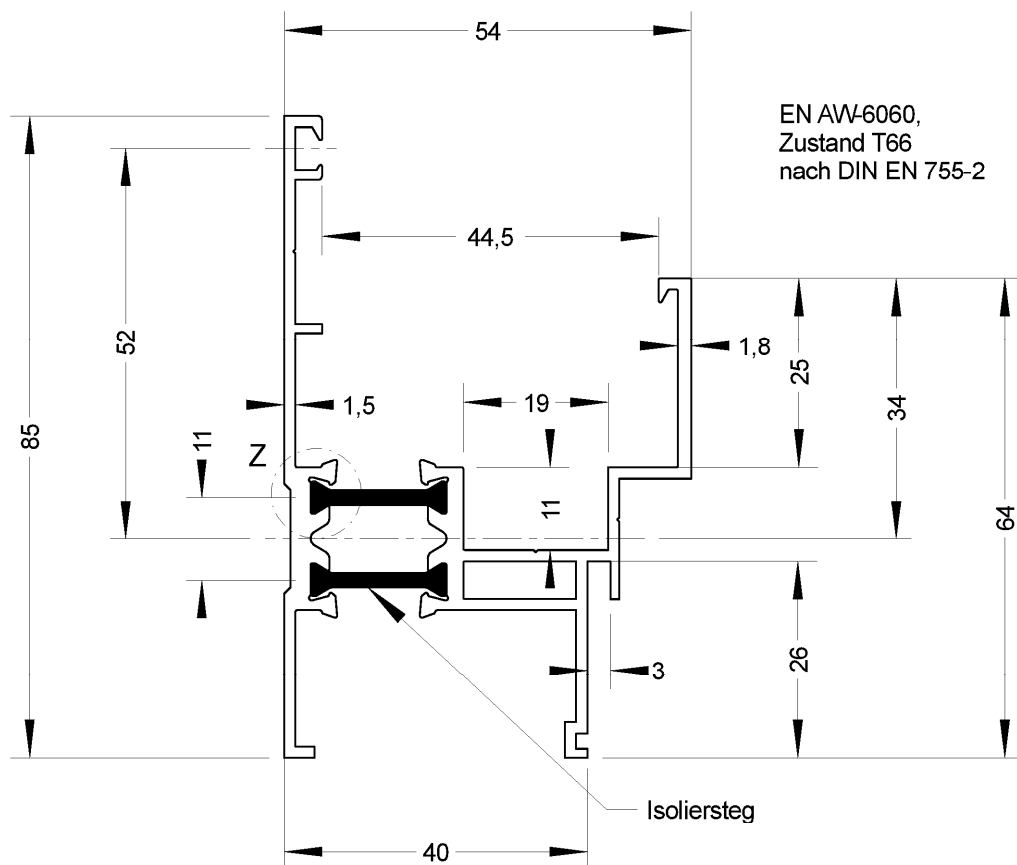
schematische Darstellung
(nicht maßstäblich)



MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

MODULIT 511 LP
Sogankeranordnung

Anlage 2.2



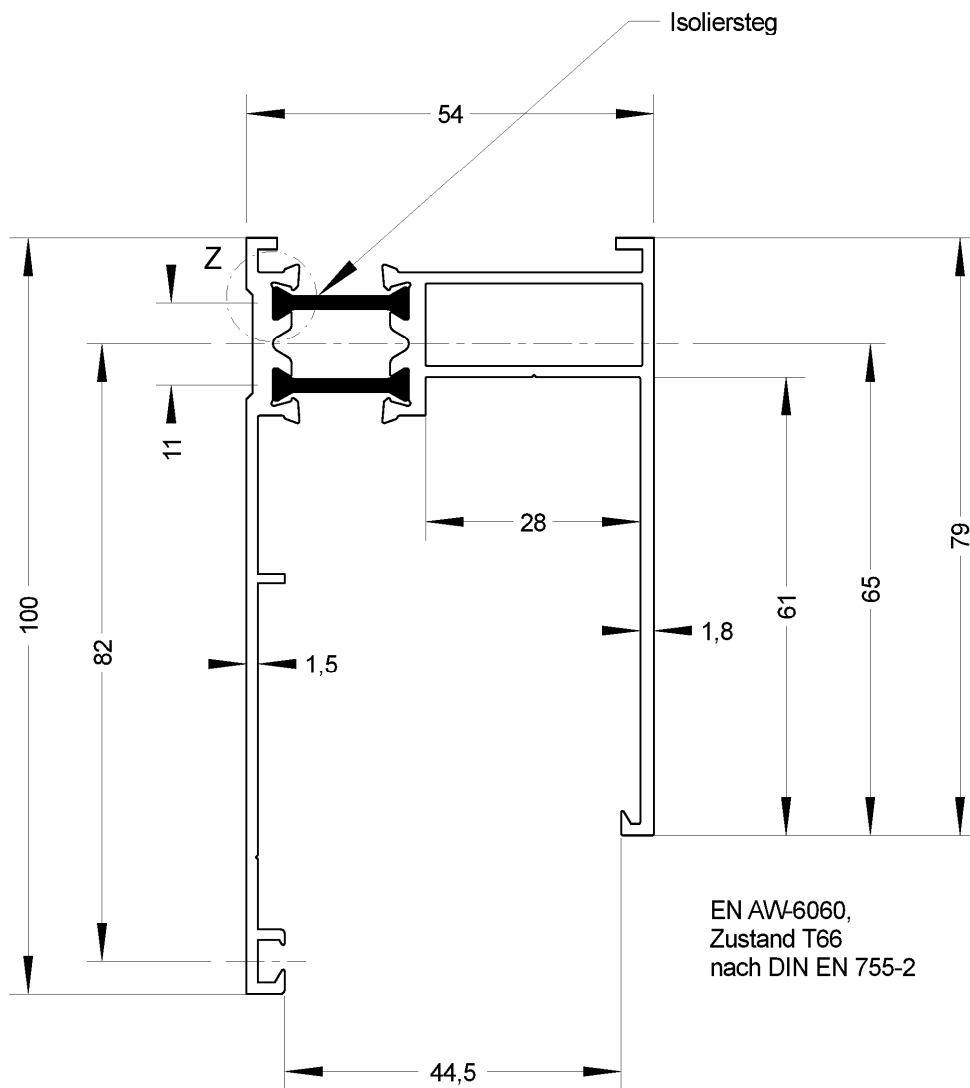
Detail Z siehe Anlage 3.1.3

Maße ohne Toleranzangaben:
 Toleranzen nach EN 755-9
 Abmessungen in mm

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Verbundquerschnitt des thermisch getrennten Fußprofils

Anlage 3.1.1



EN AW-6060,
 Zustand T66
 nach DIN EN 755-2

Detail Z siehe Anlage 3.1.3

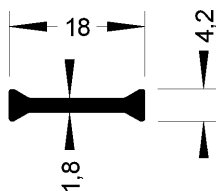
Maße ohne Toleranzangaben:
 Toleranzen nach EN 755-9
 Abmessungen in mm

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Verbundquerschnitt des thermisch getrennten Rahmenprofils

Anlage 3.1.2

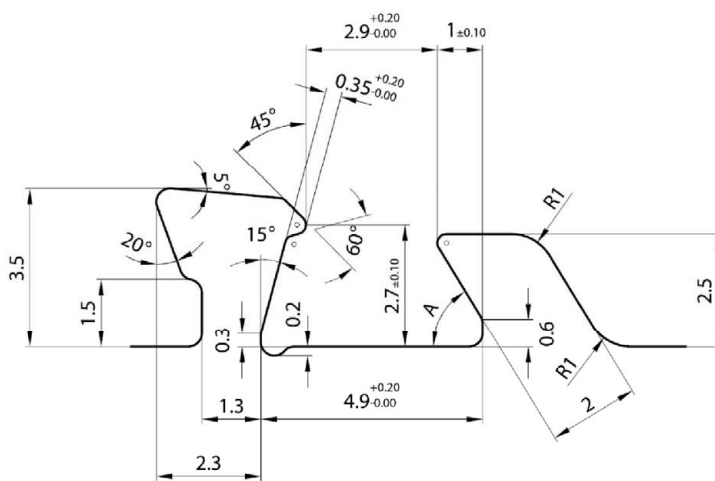
Isoliersteg



ISO 16396-PA 66,GF 25,EC2L

Längengewicht: 51 g/m

Detail Z
 (Walnuz Aluminiumprofil)



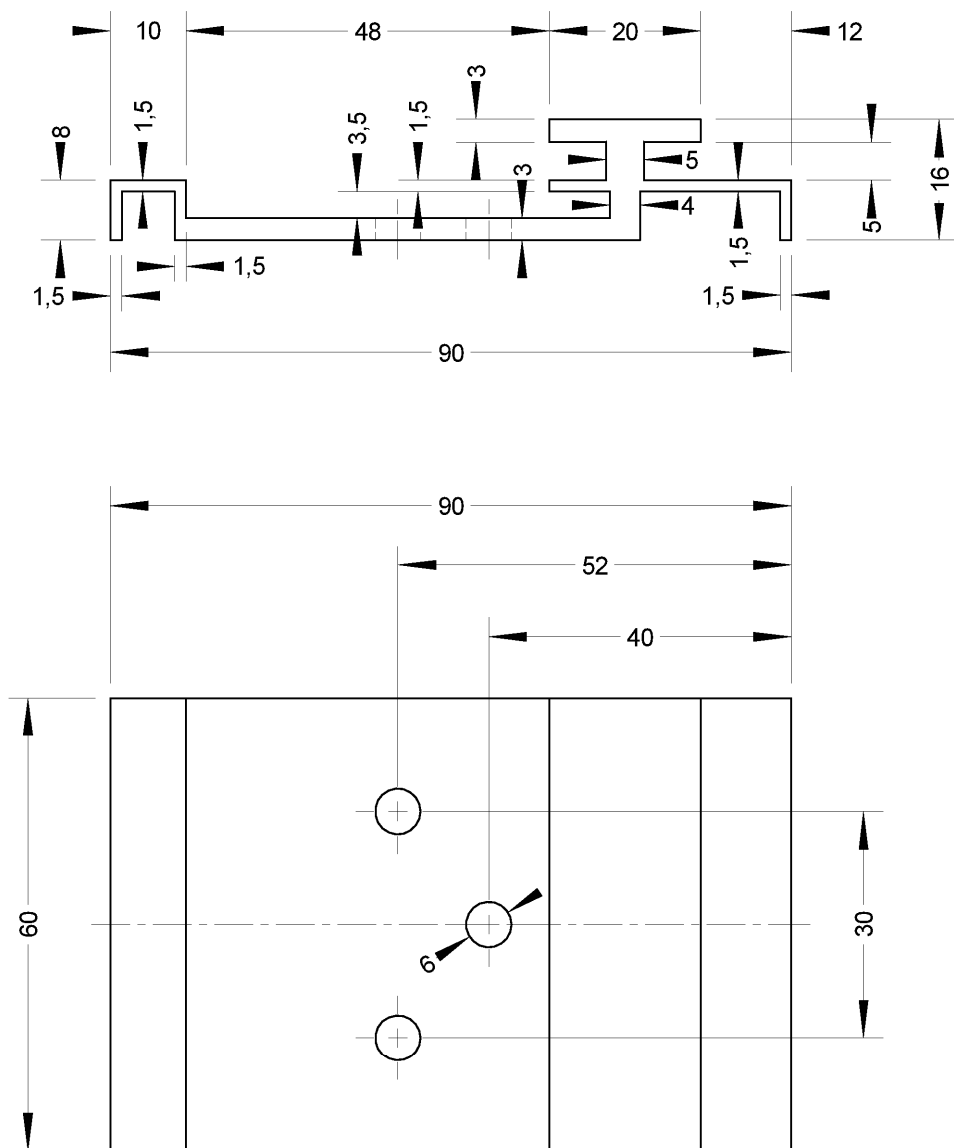
Radius R = 0,2
 andere R = 0,3
 Winkel A = 58,6°

Abmessungen in mm

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Detail Z: Querschnitt Isoliersteg und Walnuz des Aluminiumprofils

Anlage 3.1.3

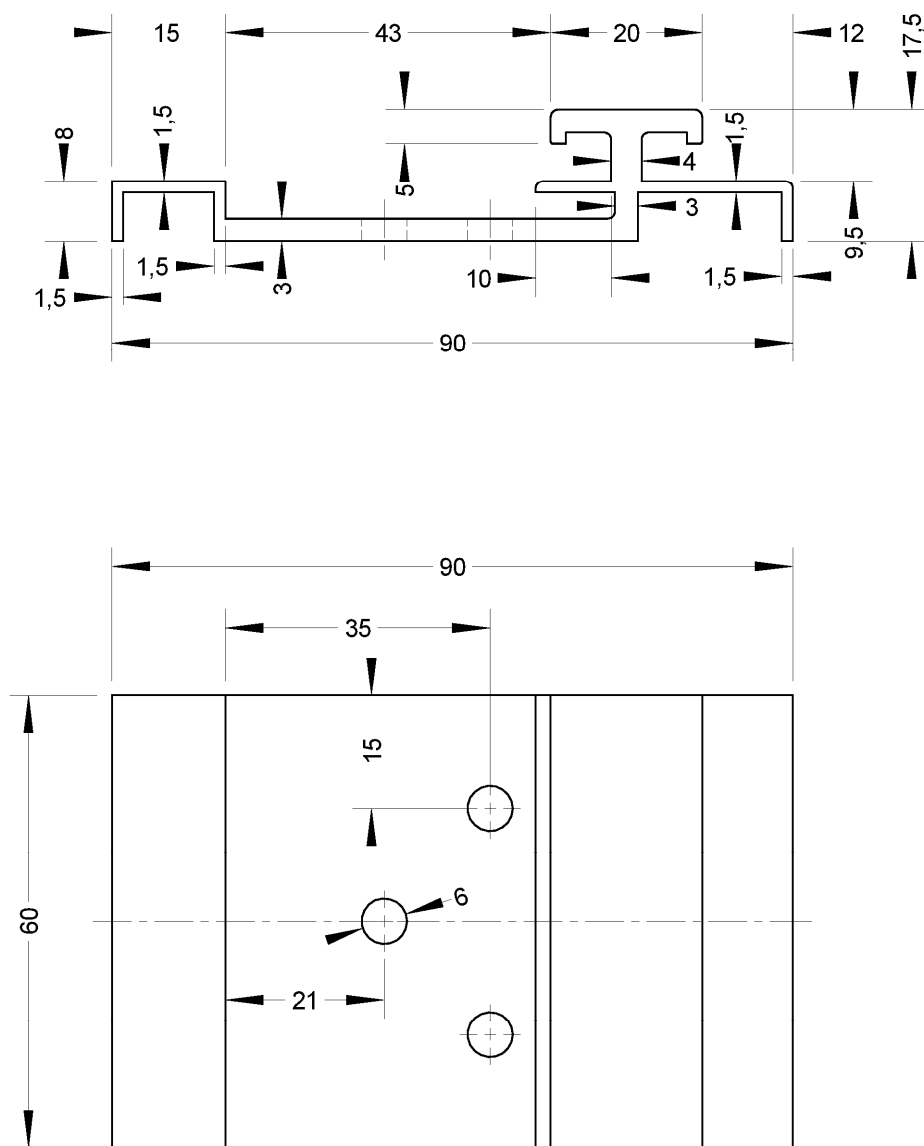


EN AW-6060,
 Zustand T66
 nach DIN EN 755-2

Maße ohne Toleranzangaben:
 Toleranzen nach EN 755-9
 Abmessungen in mm

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm	Anlage 3.2.1
Flachsoganker M9V9 für die Ausführung MODULIT 500 LP und MODULIT 511 LP	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-10.1-252



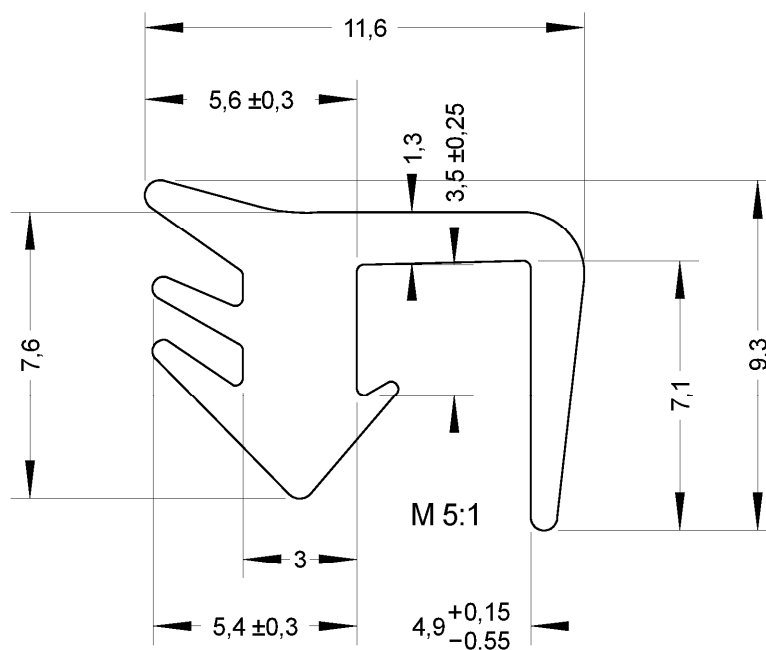
EN AW-6060,
 Zustand T66
 nach DIN EN 755-2

Maße ohne Toleranzangaben:
 Toleranzen nach EN 755-9
 Abmessungen in mm

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm
 Flachsoganker M9V6 für die Ausführung MODULIT 511 LP

Anlage 3.2.2

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-10.1-252



EPDM nach DIN 7863
 Härte (70±5) Shore A
 nach DIN EN ISO 868

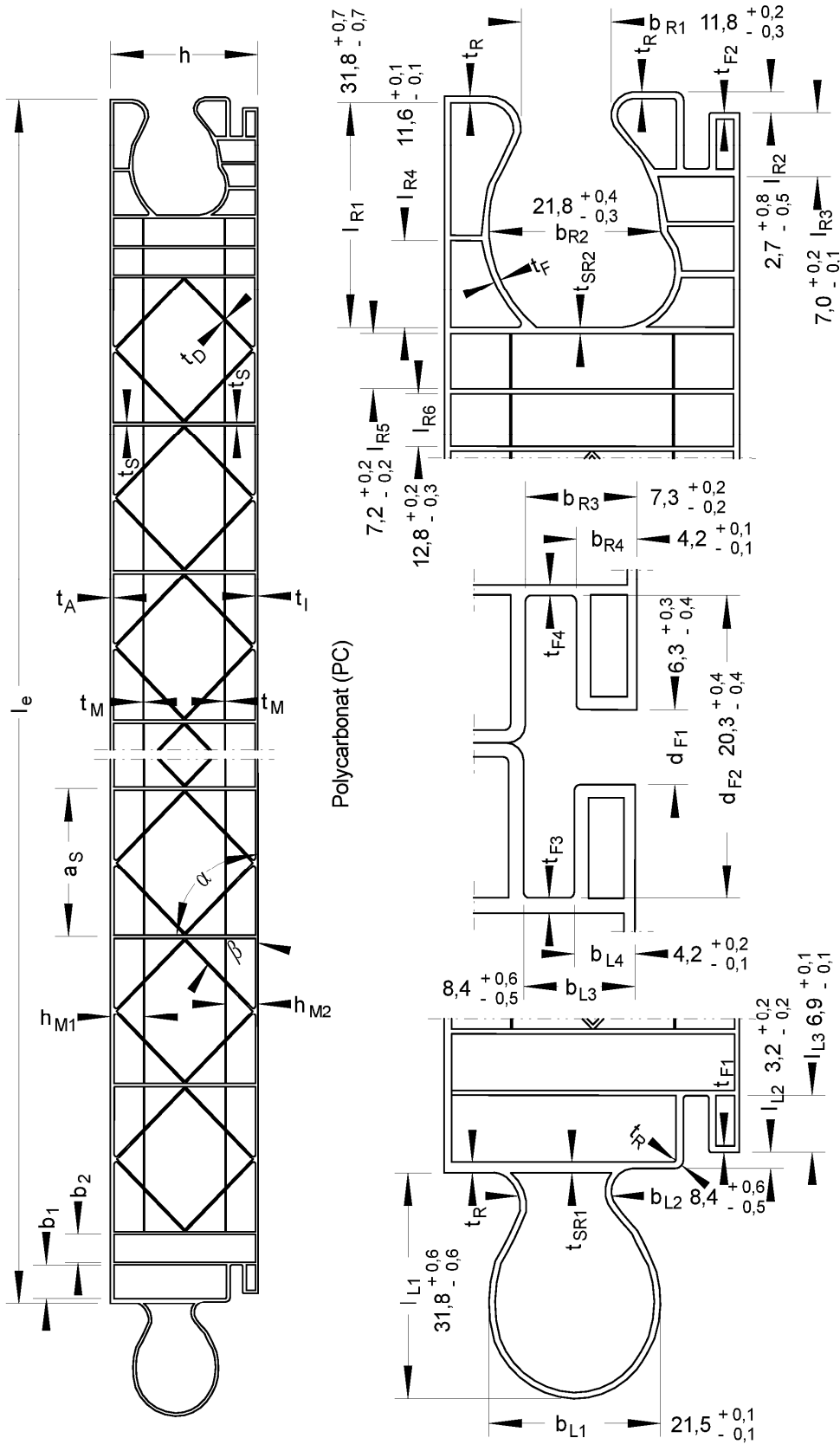
Abmessungen in mm

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Dichtungsprofil M928, Querschnitt

Anlage 3.3

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-10.1-252



Abmessungen in mm
schematische Darstellung
(nicht maßstäblich)

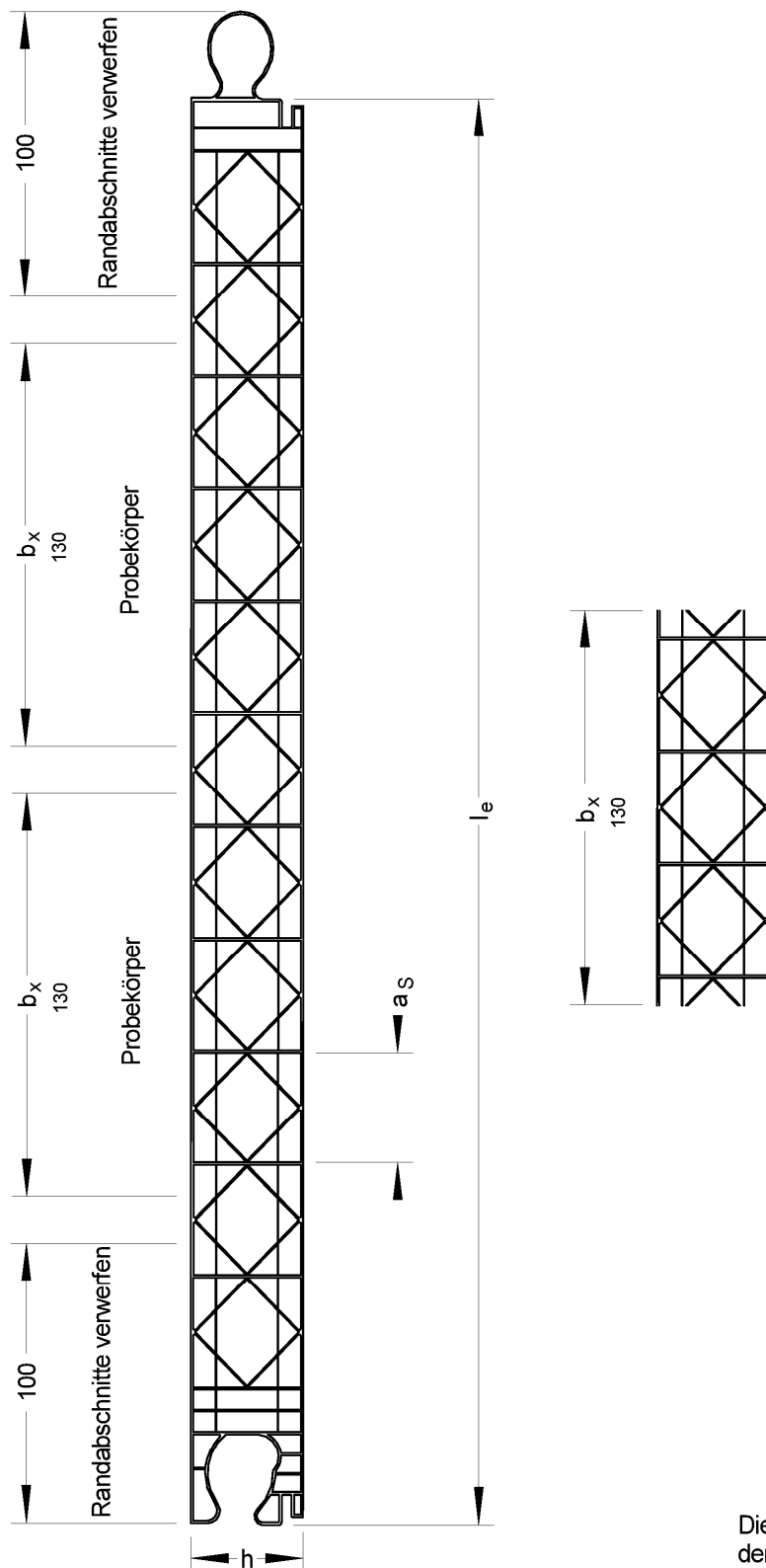
t_F = Materialdicke im
gesamten Fugenbereich

l _e	h	h _{M1}	h _{M2}	t _A	t _I	t _S	t _R	t _M	t _D	t _F	t _{F1}	t _{F2}	t _{F3}	t _{F4}	t _{SR1}	t _{SR2}	b ₁	b ₂	a _S	as	Gewicht	Abweichung Δα von 90°	Abweichung Δβ von 45°
498 ±1	39,6 +0,45 -0,5	13,1 +1,0 -0,95	8,4 +1,4 -1,3	0,72 -0,11	0,80 -0,23	0,61 -0,23	0,52 -0,28	0,14 -0,04	0,23 -0,05	0,57 -0,18	1,85 -0,31	0,92 -0,31	0,58 -0,08	0,73 -0,06	0,74 -0,04	0,24 -0,05	6,9 +0,35	6,1 +0,35	39,75 +0,7	1,95 -0,02	≤2°	≤9°	

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Hohlkammerprofil aus Polycarbonat (PC) - MODULIT 500 LP Querschnitt

Anlage 4.1.1



Von der CE-Kennzeichnung einzuhaltende Mindestwerte /
bzw. -klassen Cu und Ku nach DIN EN 16153

B _x	Dauerhaftigkeit			Brandverhalten nach DIN EN 13501-1
	Änderung des Gelbwertes	Änderung des Lichttransmissionsgrades	Änderung der Zugfestigkeit	
Nm ² /m 1676	≤ 10 (ΔA)	≤ 5 % (ΔA)	Ku 1	Klasse E

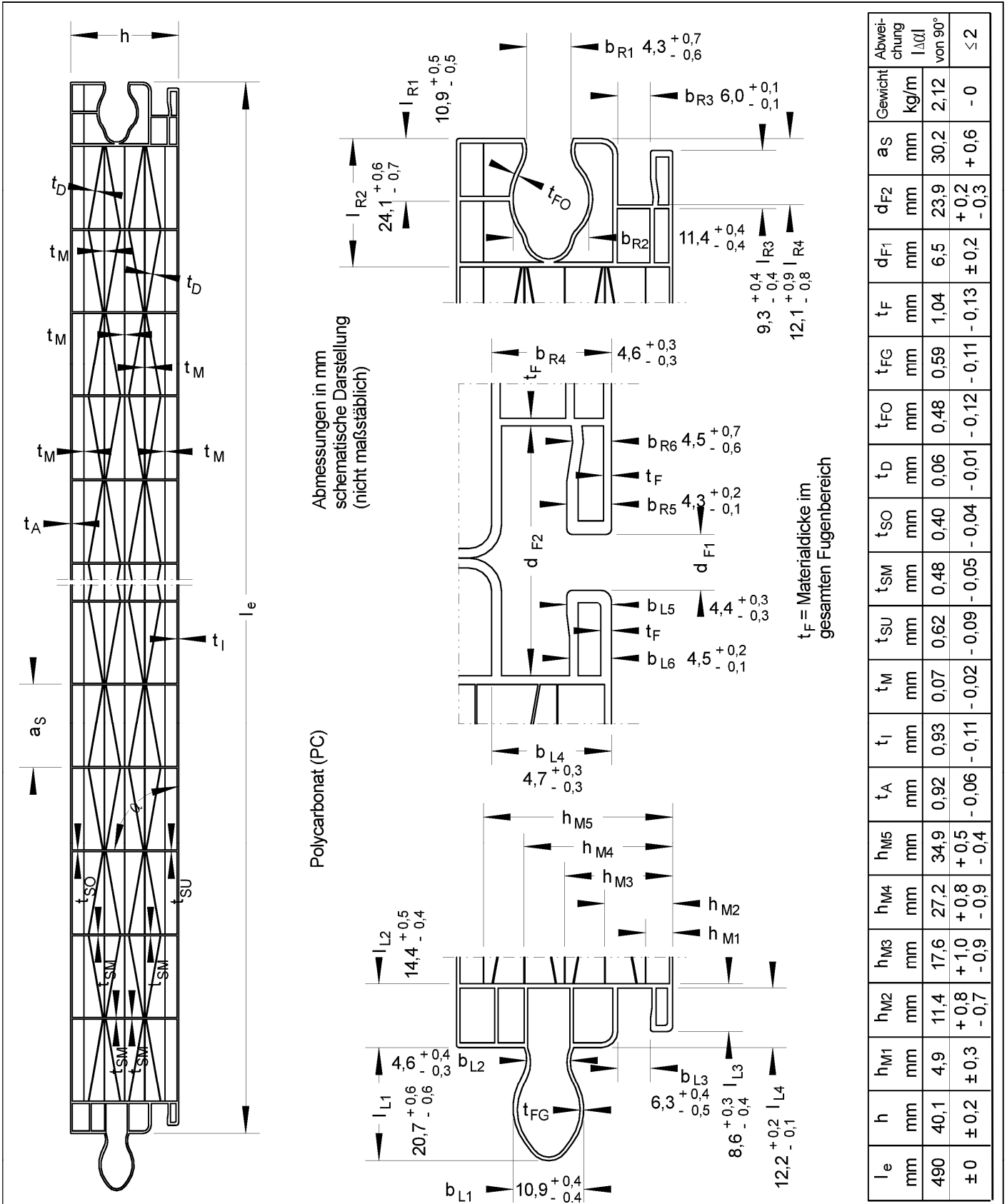
Die Randabschnitte werden verworfen und aus dem verbleibenden Stück werden zwei Probekörper präpariert die jeweils 3 x a_s enthalten.

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Hohlkammerprofil aus Polycarbonat (PC) - MODULIT 500 LP
Von der CE-Kennzeichnung einzuhaltende Mindestwerte/ bzw. -klassen Cu und Ku/
Prüfkörper - Querschnitt zur Bestimmung der Biegesteifigkeit B_x nach EN 16153

Anlage 4.1.2

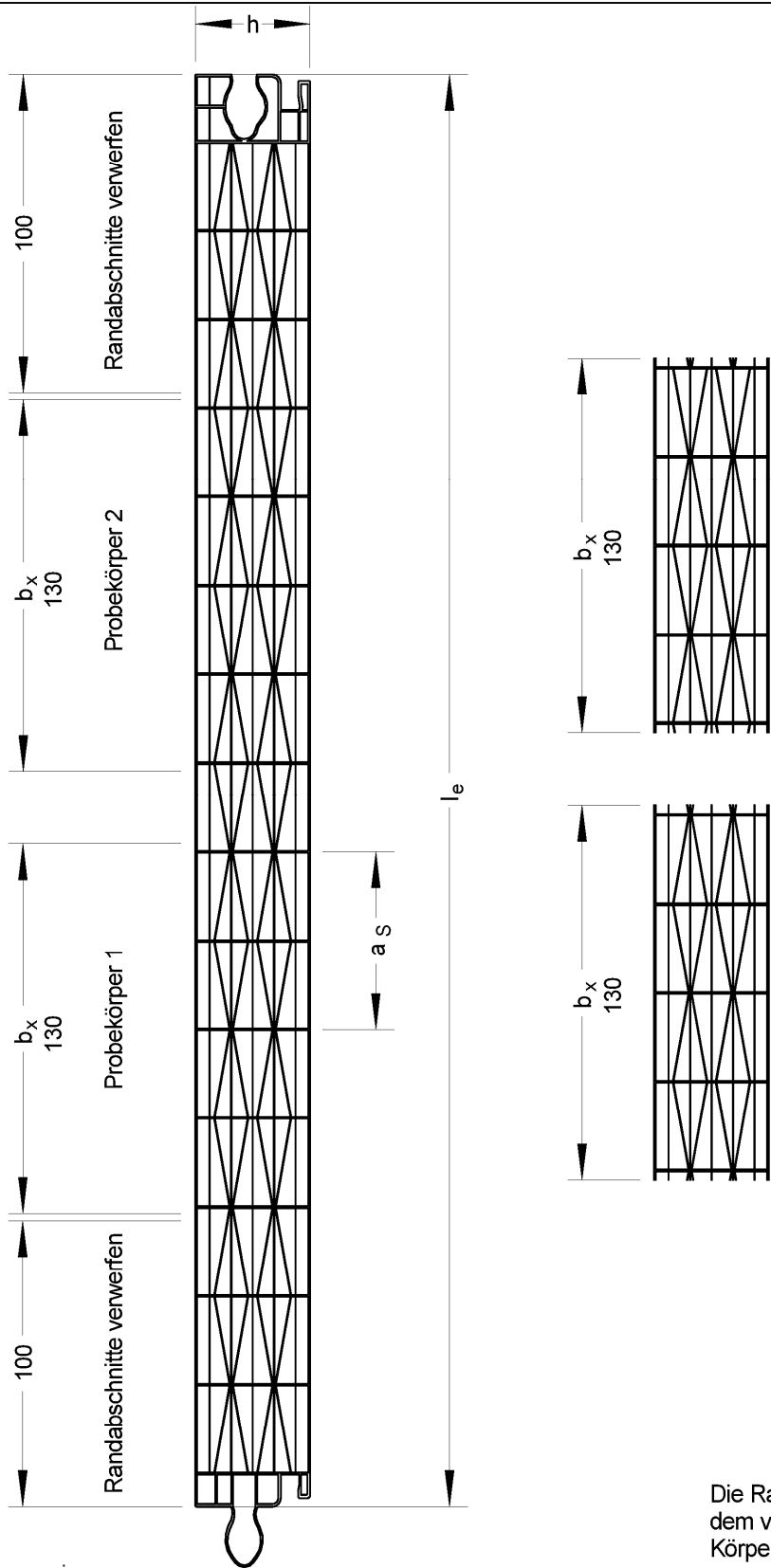
Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-10.1-252



MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Hohlkammerprofil aus Polycarbonat (PC) - MODULIT 511 LP 40 mm Querschnitt

Anlage 4.2.1



Abmessungen in mm

Probekörper 2

Probekörper 1

**Von der CE-Kennzeichnung einzuhaltende Mindestwerte /
bzw. -klassen Cu und Ku nach DIN EN 16153**

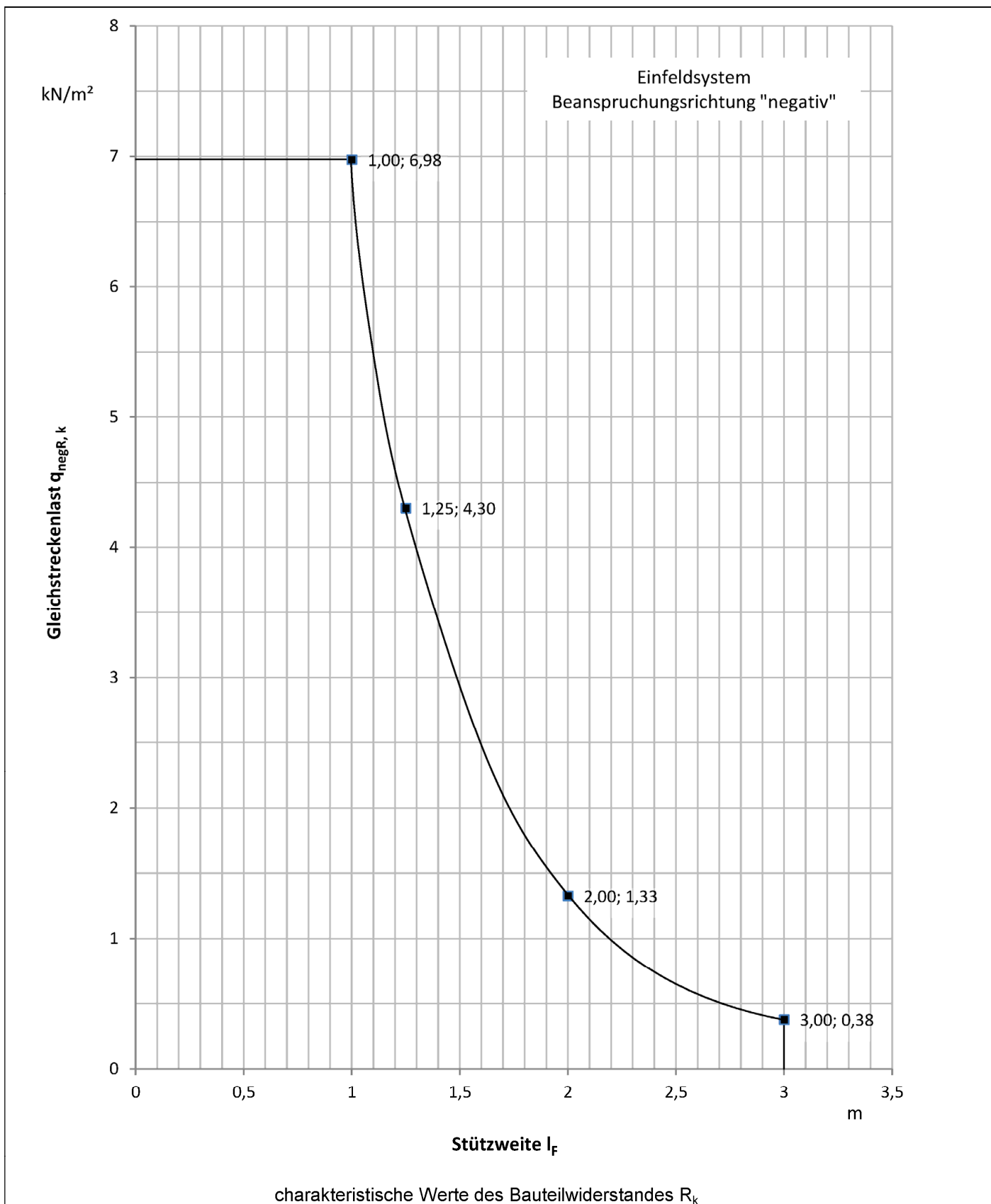
B _x	Dauerhaftigkeit			Brandverhalten nach DIN EN 13501-1	
	Änderung des Gelbwertes	Änderung des Lichttransmissionsgrades	Änderung des Verformungsverhaltens	Änderung der Zugfestigkeit	
Nm ² /m	≤ 10 (ΔA)	≤ 5 % (ΔA)	Cu 1	Ku 1	Klasse E
2023					

Die Randabschnitte werden verworfen und aus dem verbleibenden Stück werden zwei Probekörper präpariert die jeweils 2 x a_s enthalten.

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Hohlkammerprofil aus Polycarbonat (PC) - MODULIT 511 LP
Von der CE-Kennzeichnung einzuhaltende Mindestwerte/ bzw. -klassen Cu und Ku/
Prüfkörper - Querschnitt zur Bestimmung der Biegesteifigkeit B_x nach EN 16153

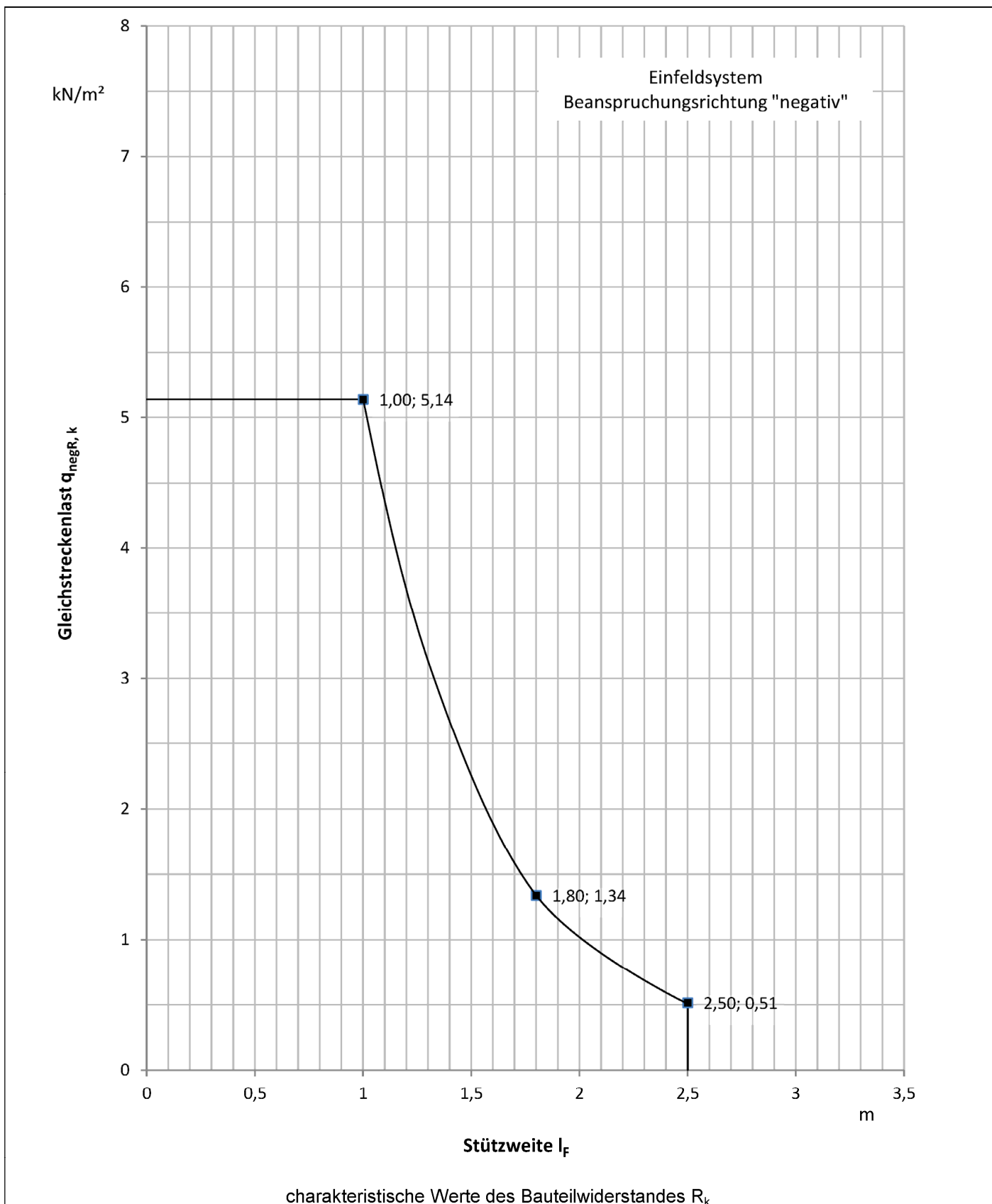
Anlage 4.2.2



MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

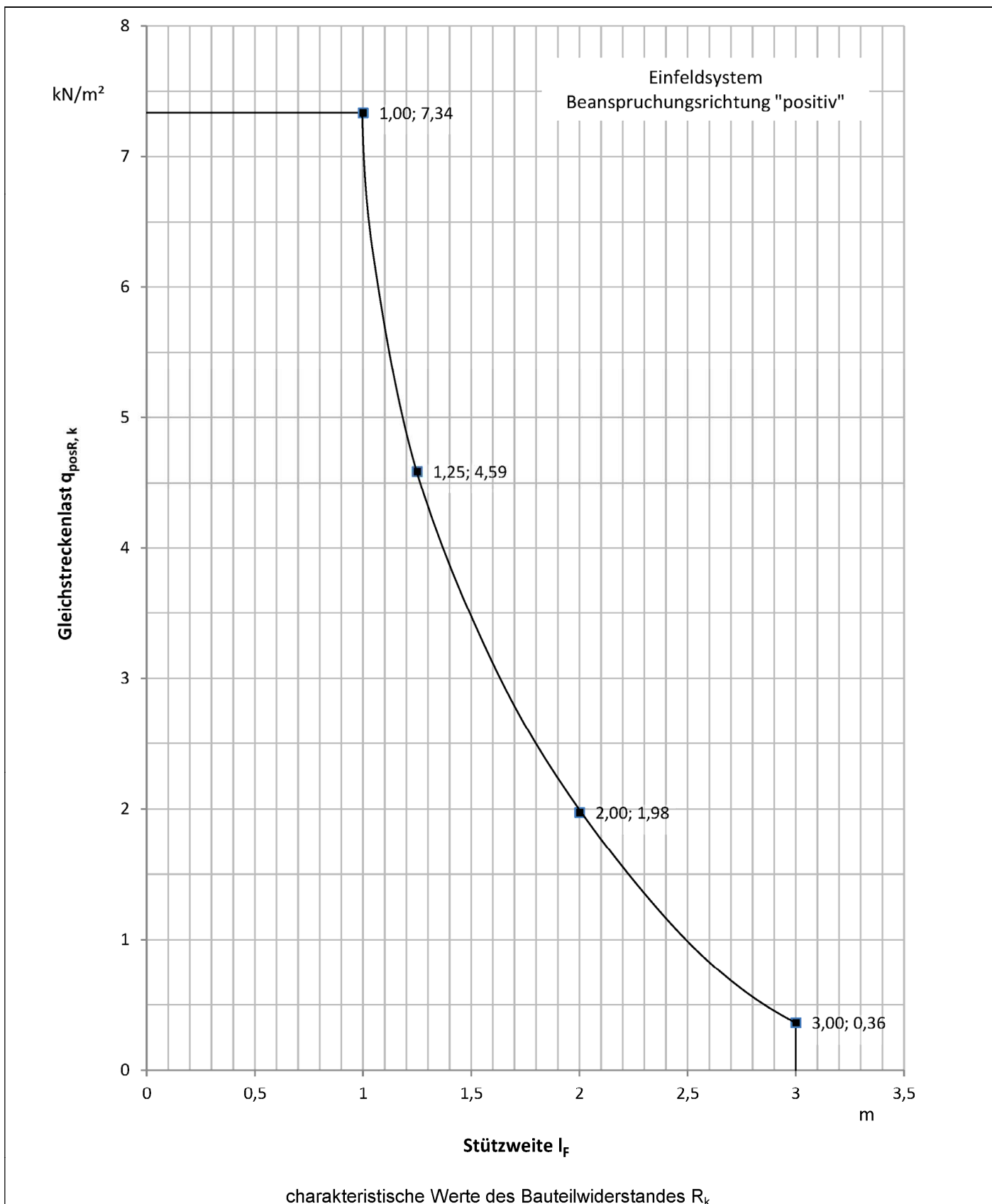
MODULIT 500 LP
 Einfeldsystem Beanspruchungsrichtung "negativ"
 Charakteristische Werte

Anlage 5.1.1



Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-10.1-252

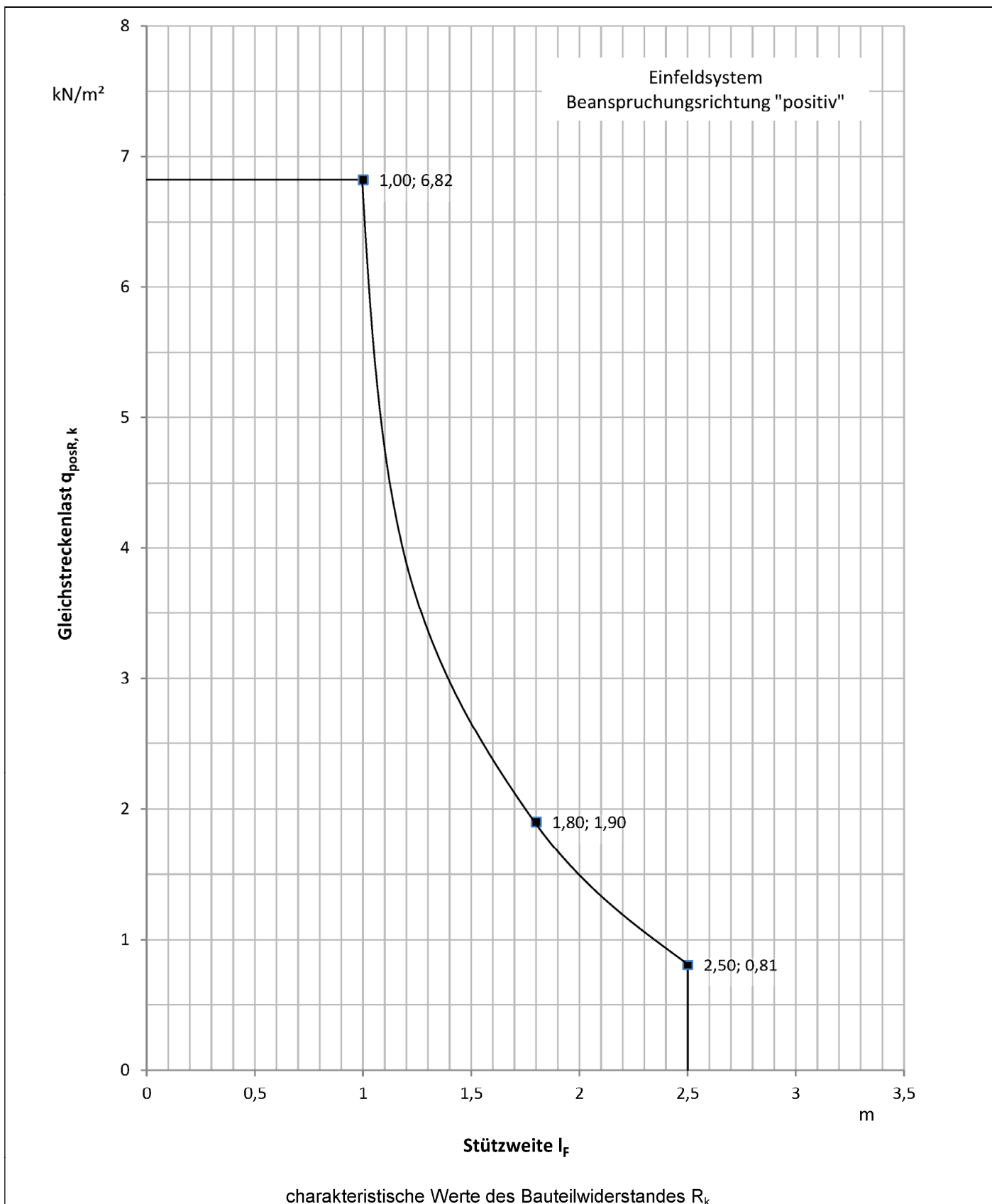
MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm	Anlage 5.1.2
MODULIT 511 LP Einfeldsystem Beanspruchungsrichtung "negativ" Charakteristische Werte	



MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

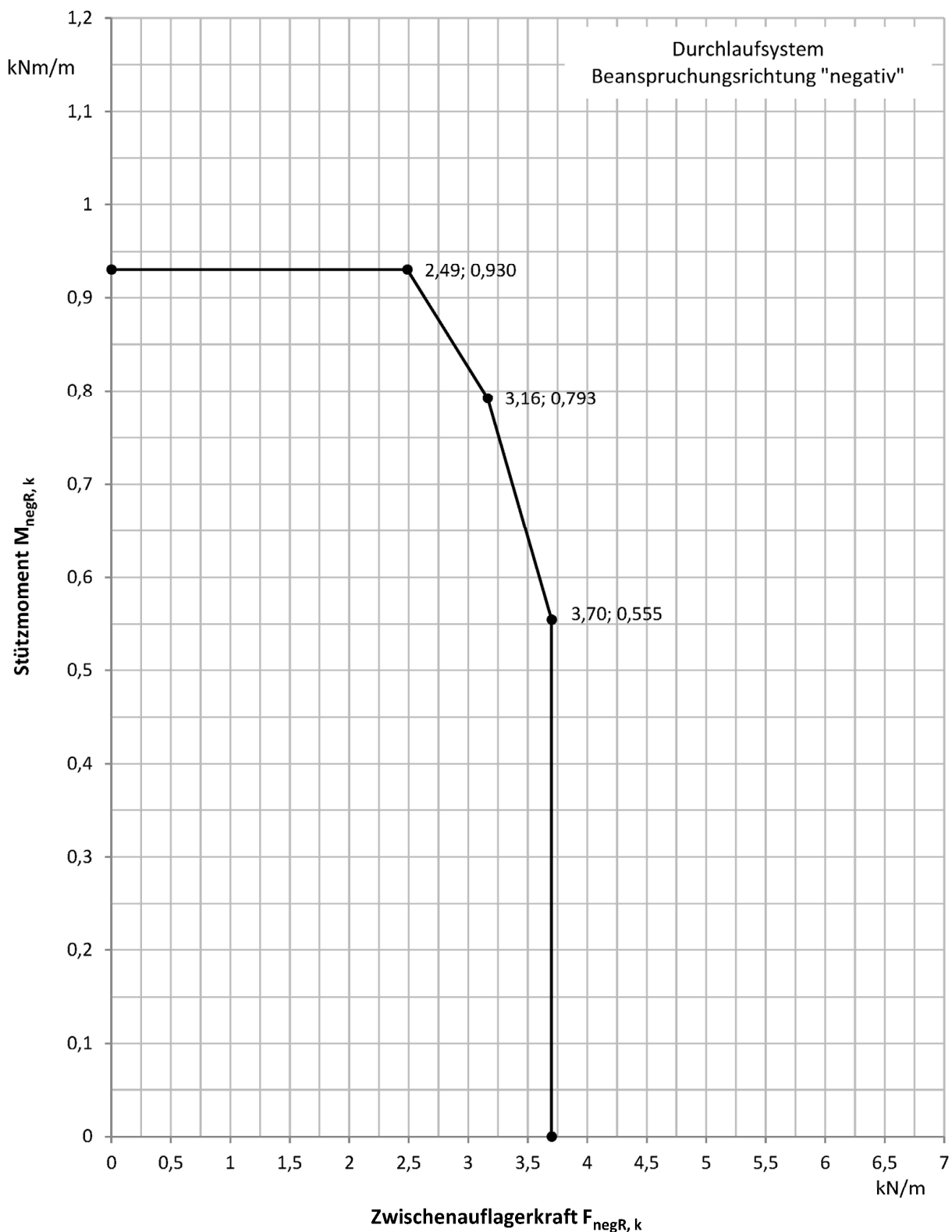
MODULIT 500 LP
 Einfeldsystem Beanspruchungsrichtung "positiv"
 Charakteristische Werte

Anlage 5.2.1



Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-10.1-252

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm	Anlage 5.2.2
MODULIT 511 LP Einfeldsystem Beanspruchungsrichtung "positiv" Charakteristische Werte	

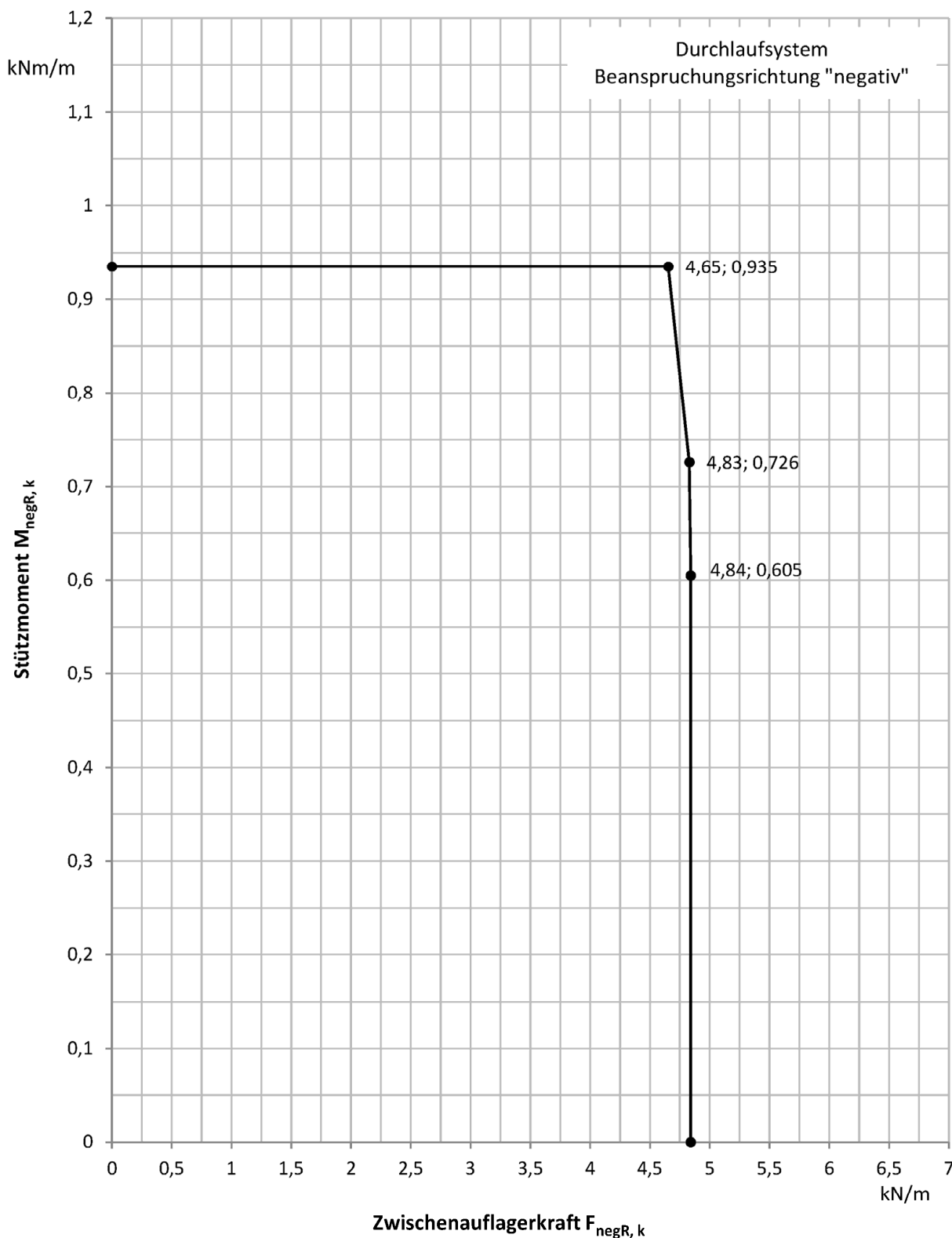


charakteristische Werte des Bauteilwiderstandes R_k
 Interaktion zwischen Stützmoment $M_{negR,k}$ und Zwischenauflagerkraft $F_{negR,k}$

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

MODULIT 500 LP
 Durchlaufsystem, Beanspruchungsrichtung "negativ"
 Charakteristische Werte

Anlage 5.3.1

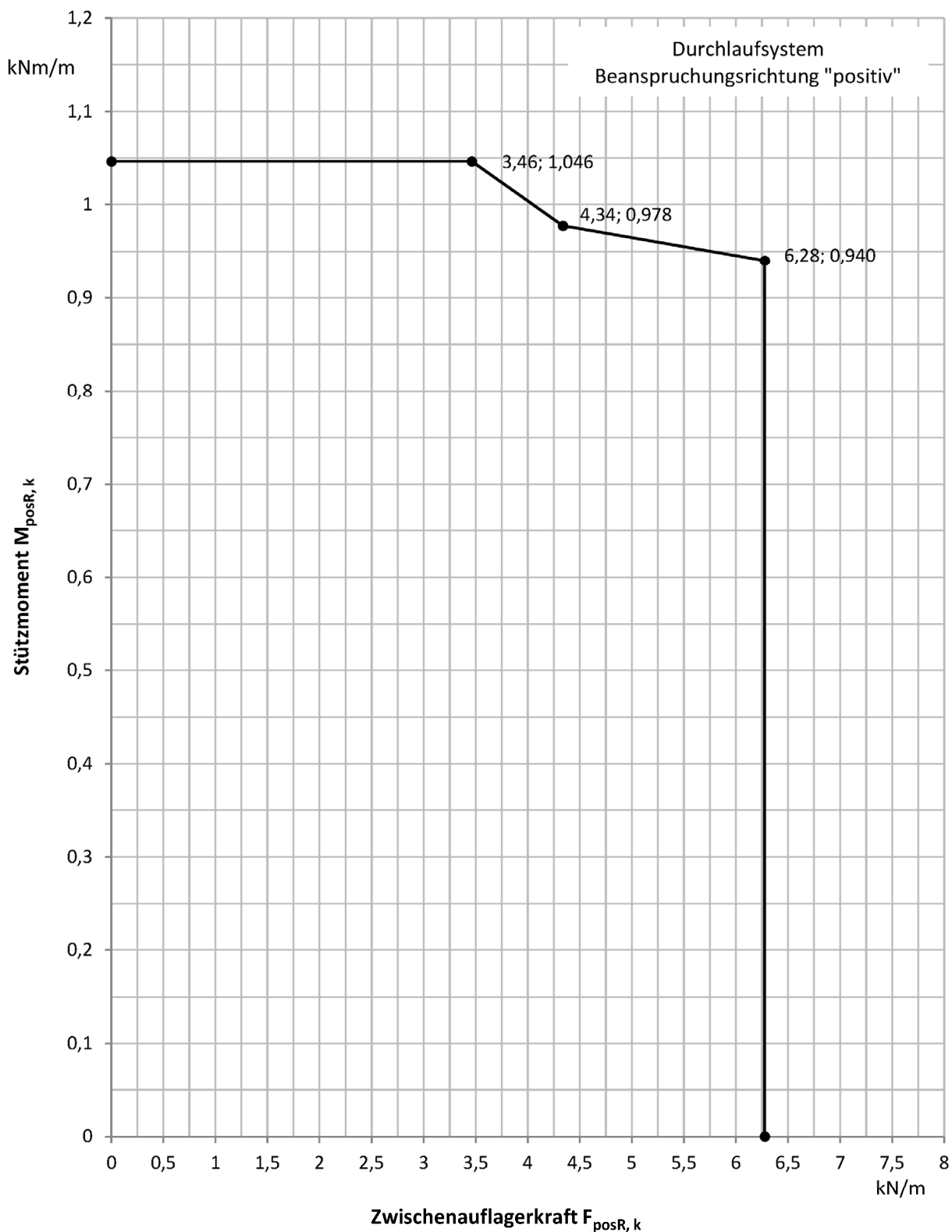


charakteristische Werte des Bauteilwiderstandes R_k
 Interaktion zwischen Stützmoment $M_{negR, k}$ und Zwischenauflagerkraft $F_{negR, k}$

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

MODULIT 511 LP
 Durchlaufsystem, Beanspruchungsrichtung "negativ"
 Charakteristische Werte

Anlage 5.3.2

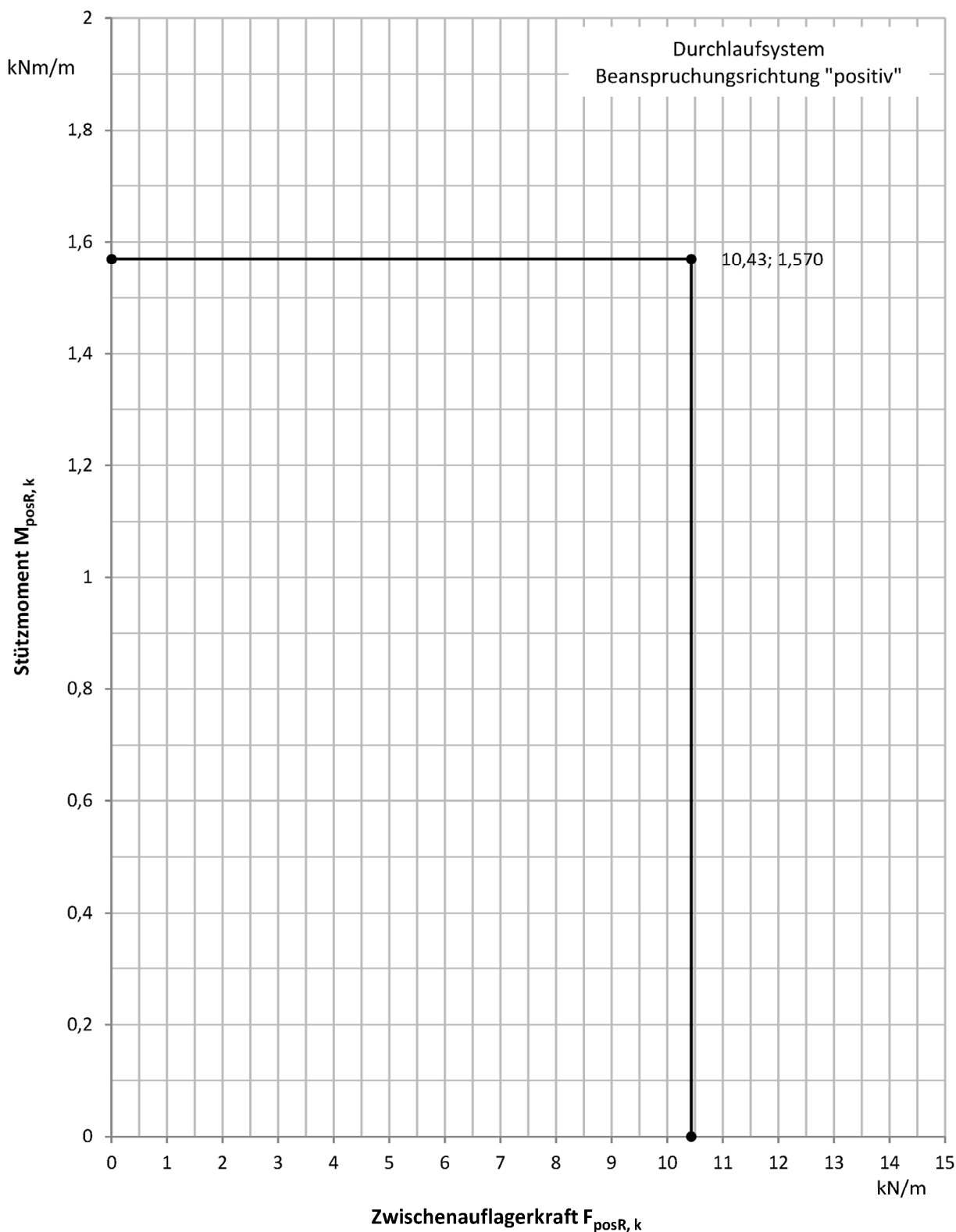


charakteristische Werte des Bauteilwiderstandes R_k
 Interaktion zwischen Stützmoment $M_{\text{posR},k}$ und Zwischenauflagerkraft $F_{\text{posR},k}$

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

MODULIT 500 LP
 Durchlaufsystem, Beanspruchungsrichtung "positiv"
 Charakteristische Werte

Anlage 5.4.1

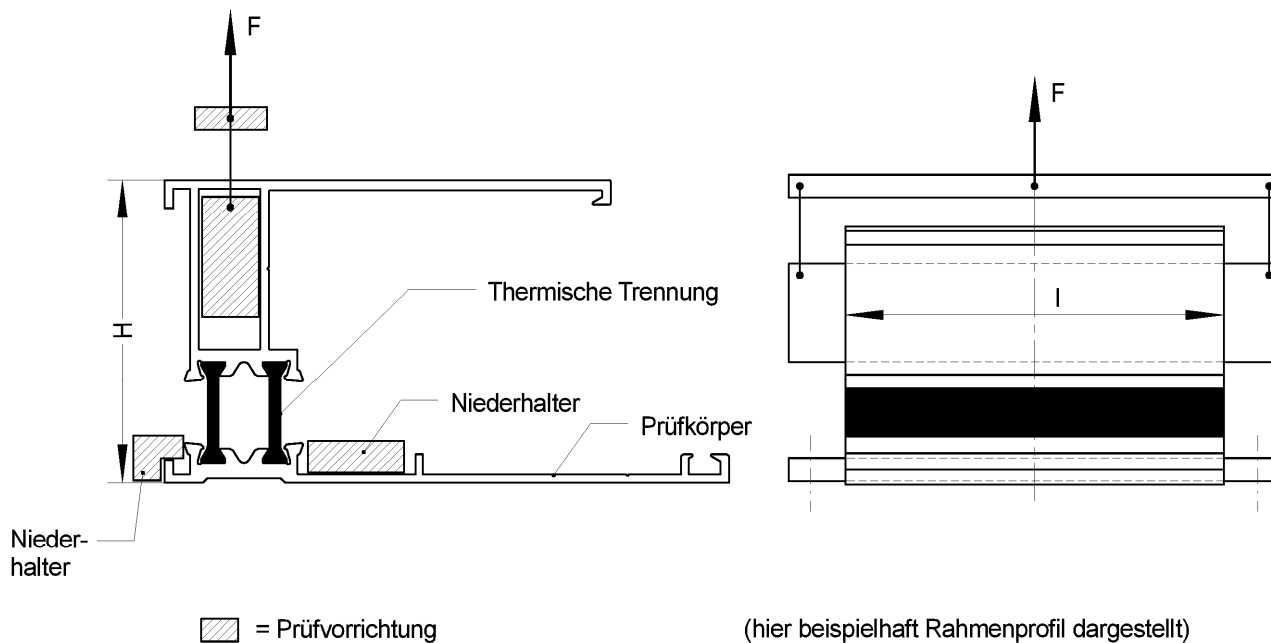


charakteristische Werte des Bauteilwiderstandes R_k
 Interaktion zwischen Stützmoment $M_{\text{posR},k}$ und Zwischenauflagerkraft $F_{\text{posR},k}$

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
 MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

MODULIT 511 LP 40 mm
 Durchlaufsystem, Beanspruchungsrichtung "positiv"
 Charakteristische Werte

Anlage 5.4.2



Prüfbedingungen:

- Normalklima DIN EN ISO 291 - 23/50 - 2
- Probekörperlänge : $l = 100 \text{ mm}$
- Probekörperhöhe : $h = \text{entsprechend Anlage 3.1.2}$
- Prüfgeschwindigkeit* : $v = 1\% \text{ Dehnung}$

* bezogen auf die Isolierstege (näherungsweise)

Anforderung:

Profil	Mindestwert der Querkzugfestigkeit Q_{\min} N/mm ²
Fußprofil	100,0
Rahmenprofil	100,0

MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm

Prüfung der Querkzugfestigkeit nach DIN EN 14024:2005
Schematischer Versuchsaufbau

Anlage 6

**MACROLUX® SYSTEMS Lichtbahnsysteme
MODULIT® 500LP & MODULIT® 511LP 40 mm**

Übereinstimmungserklärung der ausführenden Firma

Diese Erklärung ist nach Fertigstellung des Lichtbahnsystems auf der Baustelle vom Fachpersonal der ausführenden Firma auszufüllen und dem Auftraggeber (Bauherrn) zu übergeben.

Postanschrift des Gebäudes:

Straße/Hausnummer: _____ PLZ/Ort: _____

**Beschreibung der verarbeiteten Lichtbahnsysteme
gem. allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/allgemeiner Bauartgenehmigung Nr. Z-10.1-252**

Lichtbahnsystem

- Lichtbahnsystem des Typs:
 - MODULIT 500 LP
 - MODULIT 511 LP

- Unterstützungssystem:
 - Einfeldsystem
 - Mehrfeldsystem

- Soganker:
 - M9V9
 - M9V6

- Brandschutz gemäß Abschnitt 3.2.2 der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung Nr. Z-10.1-252

Postanschrift der ausführenden Firma:

Firma: _____ Straße: _____

PLZ/Ort: _____ Staat: _____

Wir erklären hiermit, dass wir das oben beschriebene Lichtbahnsystem mit Hilfe der als kompletten Bausatz des Herstellers gelieferten Komponenten gemäß den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/ allgemeinen Bauartgenehmigung Nr. Z-10.1-252, den Vorgaben des Planers und den Verarbeitungshinweisen des Herstellers eingebaut haben.

.....
(Datum)

.....
(Name und Unterschrift des Verantwortlichen der ausführenden Firma)