

**LEISTER**

# Industrielle und private Nutzflachdächer dauerhaft abdichten

**EXPERTISE** | Nahtfügetechnik für Kunststoff-Dachdichtungsbahnen



**Autor**

Roland Beeler, Head of Business Line Roofing, Leister Technologies AG

# Management Summary

## Ausgangslage

Die Nahtfügung von Kunststoff-Dichtungsbahnen in der Flachdachindustrie ist eine bewährte Technik. Industriedächer werden heute vielseitig genutzt. Somit sind moderne Flachdächer multifunktional und wandeln sich vom Schutzdach zum Nutzdach. Nutzflachdächer bringen der Bauherrschaft nachhaltigen Mehrwert. Zuverlässige, dichte Schweissnähte gewinnen daher zusätzlich an Bedeutung, um die lange Lebensdauer der Flachdachabdichtung zu gewährleisten.

## Ziele

In der Bauindustrie sind viele Beteiligte unter Zeitdruck, wodurch Fehler beim Schweißen von Dichtungsbahnen passieren können. Werden die verschiedenen Schweißparameter in der Nahtfügetechnik beachtet, bleiben Nutzflachdächer dauerhaft dicht. In dieser Expertise werden die erweiterten Schweißparameter (erweitertes Schweißdreieck) erläutert und der Ablauf einer Testschweißung anhand eines Praxisbeispiels erklärt.

## Analyse

Durch die Vielfalt von thermoplastischen Dach-Kunststoff-Dichtungsbahnen sind beim Fügen unterschiedliche Schweißparameter zu berücksichtigen. Je nach Kunststoff, z. B. PVC oder FPO, sind die richtigen Startparameter einzustellen, um eine dauerhaft dichte Nahtfügung zu erzielen.

Um die äusseren Baustellen-Bedingungen zusätzlich zu berücksichtigen, ist in jedem Fall zuerst eine Testschweißung durchzuführen. Um die Testschweißung korrekt umzusetzen, sind Erfahrung und Fachwissen der Anwender:innen Voraussetzung.

In der Praxis kommen Fehler in der Fügetechnik vor, weil das erweiterte Schweißdreieck zu wenig beachtet wird. Daher werden in der Expertise einerseits die Fehlerquellen analysiert und die Zusammenhänge der einzelnen Schweißparameter tiefer beleuchtet und erklärt.

## Empfehlungen

In der Expertise wird belegt, dass die konsequente Umsetzung des erweiterten Schweißdreiecks eine signifikante Verbesserung in der Fügetechnik von Dach-Kunststoff-Dichtungsbahnen bewirkt. Deshalb wird Material- und Schweissmaschinenherstellern, Sachverständigen und Dachdecker:innen empfohlen, die Parameter des erweiterten Schweißdreiecks beim Abdichten von Nutzflachdächern zu beachten. Darüber hinaus muss die Überlappung sauber sein, bei Bedarf aktiviert werden und es ist darauf zu achten, dass die zu fügenden Membranen trocken sind. Zudem hat die Wahl der Schweissmaschine einen wichtigen Einfluss auf die Qualität der Schweissnaht. Daher ist es sinnvoll, die vom Materialhersteller empfohlene Schweissmaschine einzusetzen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung Herausforderungen Nutzflachdach 4.0</b>	<b>4</b>
<b>2. Schweißdreieck der Fügetechnik beim Automatschweißen</b>	<b>6</b>
<b>Temperatur</b>	
DüsenEinstellung	
Sonderfall: Beispiel Einsatz der Aufraudüse bei bewitterten Dichtungsbahnen	
Einfluss von Umgebungstemperatur und Feuchtigkeit auf die Dichtungsbahn	
Luftmenge	
<b>Schweißgeschwindigkeit</b>	
Einsatz des richtigen Stromkabels und der richtigen Steckverbindungen	
Unterspannung	
<b>Anpressdruck</b>	
Untergrund	
<b>Empfohlenes Vorgehen Testschweißung</b>	
Richtwerte Schweißrezepte thermoplastische Dichtungsbahnen	
Führen der Schweißmaschine	
Bewertung und Kontrolle der Schweißproben	
<b>3. Qualitätssicherung durch GPS-gestützten Datenreport</b>	<b>28</b>
<b>Elektronisch überwachtetes Schweißen</b>	
<b>4. Schweißfenster</b>	<b>30</b>
<b>5. Fazit</b>	<b>31</b>

# 1. Einleitung Herausforderungen Nutzflachdach 4.0

Die Flachdachbauweise liegt nach wie vor im Trend und entspricht den heutigen Anforderungen. Ob Logistikzentrum oder funktionales Industriedach – Flachdächer werden heute genutzt, um einen Mehrwert für die Bauherrschaft und die Umwelt zu generieren. Industrie-Nutzflachdächer sind in modernen Städten und Industriezonen unverzichtbar. Sie schützen die Gebäude nicht nur vor Witterungseinflüssen, sondern spielen auch eine wichtige Rolle bei der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit. Ein Nutzflachdach soll eine Mindestlebensdauer von 30–40 Jahren aufweisen (gemäß Studie "Lebensdauer Industrieflachdach" nach Dipl. Ing. FH Wolfgang Ernst).

Industrie-Nutzflachdächer sind starken Belastungen ausgesetzt. Materialhersteller von Dichtungsbahnen und Hersteller von Schweissmaschinen, Schweissgeräten und Zubehör müssen deshalb sicherstellen, dass ihre Produkte den anspruchsvollen Anforderungen an Langlebigkeit und Widerstandsfähigkeit gerecht werden. Dies erfordert die Entwicklung von Materialien, die extremen Witterungsbedingungen, Temperaturschwankungen und mechanischen Belastungen standhalten. Denn es ist der Anspruch, dass die Nahtfü gung der Dach-Kunststoff-Dichtungsbahnen während der gesamten Lebensdauer dicht ist.

## Vier Hauptanforderungen an ein Nutzflachdach

- Es soll dauerhaft dicht sein, um Schutz vor äusseren Einflüssen zu bieten.
- Es soll begrünt sein, um eine Retention zu ermöglichen, Wasser zurückzuhalten und die Kanalisation zu entlasten. Durch die Begrünung wird zudem ein besseres Raumklima möglich.
- Es soll eine Photovoltaikanlage und eine Warmwassergewinnung installiert sein, um Rendite zu erwirtschaften.
- Es soll durch die Begrünung Biodiversität schaffen und das Mikroklima verbessern, um der Natur die Dachfläche zurückzugeben.

Unter geeigneten Bedingungen bieten Flachdächer eine ausgezeichnete Möglichkeit, Schutzdächer in nutzbare Dächer zu verwandeln. Heutzutage müssen Bauherrschaften nicht mehr zwischen Photovoltaikanlagen und begrüntem Dächern wählen, denn die Kombination beider Optionen ist möglich und besonders vorteilhaft. Aufgrund der gestiegenen Anforderungen und der Mehrfachnutzung ist ein dauerhaft dichtes Flachdach unerlässlich. Ein weiteres Beispiel der vielseitigen Nutzung von Flachdächern ist das Anlegen von Dachgärten. Dadurch ergeben sich ebenfalls besondere Anforderungen an die Strapazierfähigkeit und Dichtheit von Kunststoff-Dichtungsbahnen auf Flachdächern.

Die zuverlässige Schweissnahtfüugung gewinnt somit weiter an Bedeutung, um Nutzflachdächer zuverlässig zu betreiben. Wenn das etablierte Schweissdreieck beachtet wird, entsteht eine zuverlässige Nahtfüugung. Dafür sind Temperatur, Geschwindigkeit und Druck korrekt aufeinander abzustimmen. In der Praxis auf der Baustelle sind jedoch weitere wesentliche Aspekte zu berücksichtigen. Mehr dazu in *Kapitel 2 Schweissdreieck der Füugetechnik beim Automatschweissen*.

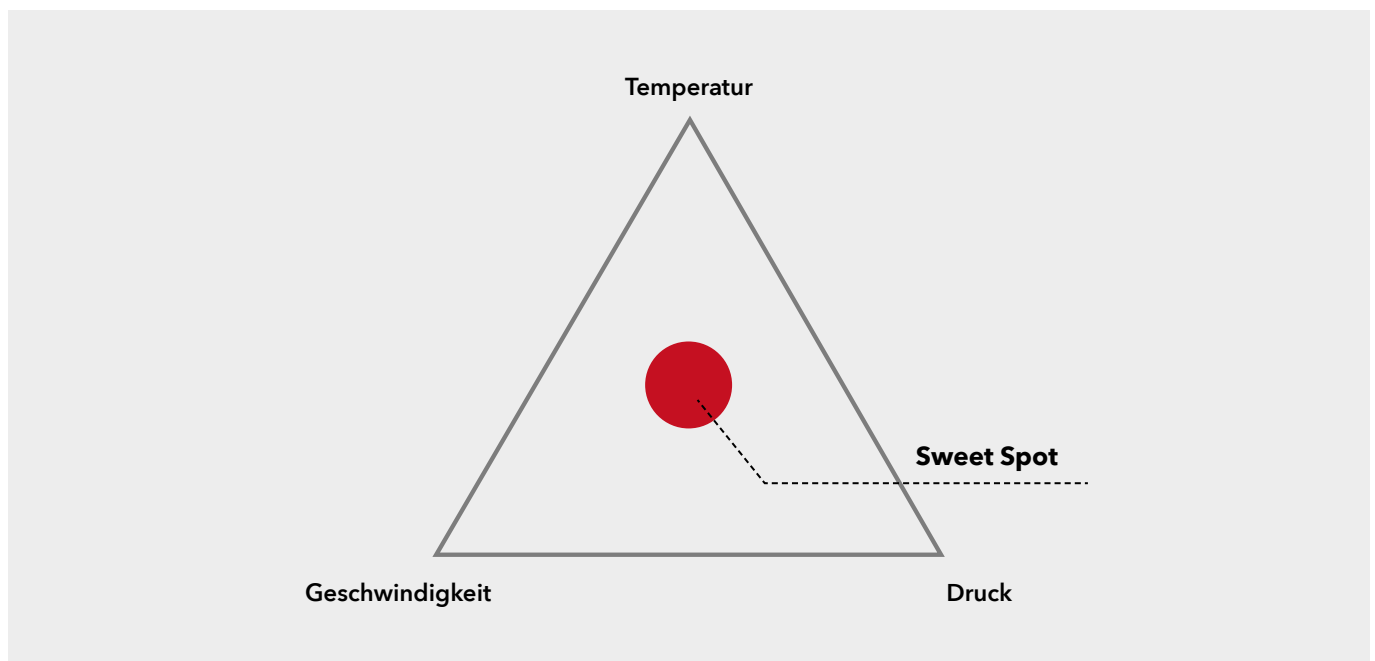
Um die Anforderung zum Abdichten von Flachdächern zur privaten und industriellen Nutzung zu erfüllen, stehen Materialhersteller, Sachverständige und Dachdecker:innen vor allem vor folgenden Herausforderungen:

- Wie werden dichte Schweissnähte bzw. Nahtfüugungen bei Kunststoff-Dichtungsbahnen auf Flachdächern erzielt?
- Worauf muss beim Füugen der Dichtungsbahnen mit Dachschweissmaschinen neben Temperatur, Geschwindigkeit und Druck geachtet werden (erweitertes Schweissdreieck)?
- Wie werden die Schweissparameter ideal eingestellt, um nachhaltige bzw. auf Dauer dichte Schweissnähte zu erzeugen?
- Materialhersteller empfehlen Testschweissungen. Was ist bei einer Testschweissung zu beachten und wie wird sie korrekt umgesetzt?

In diesem Whitepaper werden diese Fragen beantwortet und die wichtigsten Aspekte des erweiterten Schweissdreiecks in der Nahtfüugetechnik von Dach-Kunststoff-Dichtungsbahnen beleuchtet. Denn diese sind bei der Entwicklung von Produkten und Lösungen für Industrie-Nutzflachdächer zu berücksichtigen, um die gewünschte Qualität zu erzielen.

## 2. Schweissdreieck der Fügetechnik beim Automaten-schweissen

Grundsätzlich sind die drei Hauptparameter Temperatur, Geschwindigkeit und Druck in der Kombination korrekt aufeinander abzustimmen, um eine dauerhaft dichte Nahtfü-gung zu erreichen. Wie bei einem Stativ mit drei Beinen sind alle Parameter wichtig.



### Schweissdreieck mit den drei Parametern Temperatur, Geschwindigkeit und Druck

Es ist wichtig, zu berücksichtigen, dass die drei Parameter voneinander abhängig sind. Nur so wird der Schweisspunkt (Sweet Spot) erreicht, was Anwender:innen die grösstmögliche Sicherheit über die Dichtheit ihrer Schweissung gibt. Details hierzu werden in der Expertise erläutert.

Befindet sich einer der drei Parameter ausserhalb des Dreiecks, ist die Schweissung nicht mehr zuverlässig oder sogar undicht. Es ist wichtig, beim Definieren der Start-Schweissparameter im Sweet Spot zu beginnen. Das heisst in der Mitte der möglichen Grenzwerte.



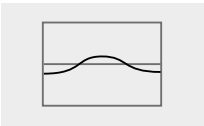

Im Kapitel 4. *Schweissfenster* wird dieses Vorgehen detailliert aufgezeigt. Generell gilt, dass die zu fügenden Dichtungsbahnen vor dem Schweissen sauber und trocken sein müssen.

Auch die Wahl der Schweissmaschine hat einen Einfluss auf das Ergebnis, denn die Schweissmaschinen verschiedener Hersteller weisen Unterschiede in der Schweissleistung und beim Anpressdruck auf.

Um unter Baustellenbedingungen eine zuverlässige Nahtfü-gung zu erreichen, sind weitere Aspekte zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich daher, die drei Hauptparameter in einem grösseren Zusammenhang zu betrachten.

In der folgenden Grafik werden die wichtigsten Schweisskriterien anhand des erweiterten Schweissdreiecks erläutert.

### Temperatur

-  Düseneinstellung
-  Testschweissung
-  Luftvolumen
-  Aussentemperatur und Feuchtigkeit der Membrane

### Geschwindigkeit

-  Verlängerungskabel mit Stecker, 230/400 V
-  Herausforderung Unterspannung
-  Report - Überwachung der Schweissung anhand GPS und Schweissreport

### Druck

-  Anpressdruck und Gewichtsverteilung
-  Maschinenführung
-  Untergrund (unter der Membrane)

### Erweitertes Schweissdreieck

In der Grafik sind neben den drei Hauptparametern Temperatur, Geschwindigkeit und Druck die weiteren Aspekte aufgeführt, die zu berücksichtigen sind, um eine dichte Fügenaht zu erzeugen.

### Temperatur

Um korrekt vorzugehen, hat es sich in der Praxis bewährt, zuerst Temperatur und Luftmenge (Energie bzw. Schweissleistung) festzulegen. Die richtige Temperatur ist anhand der Angaben der Materialhersteller der Dichtungsbahn und durch Testschweissungen auf der Baustelle zu definieren. Dabei sind die äusseren Bedingungen (siehe vorherige Grafik) zu berücksichtigen.

### DüsenEinstellung

Die richtige DüsenEinstellung und der korrekte Abstand zur Andruckrolle sind für die Schweissqualität entscheidend. Denn die in der Schweissmaschine definierte Heissluft ist korrekt in die Überlappung einzubringen. Eine falsche DüsenEinstellung beeinflusst den Schweissprozess negativ. Es empfiehlt sich deshalb, die Einstellung

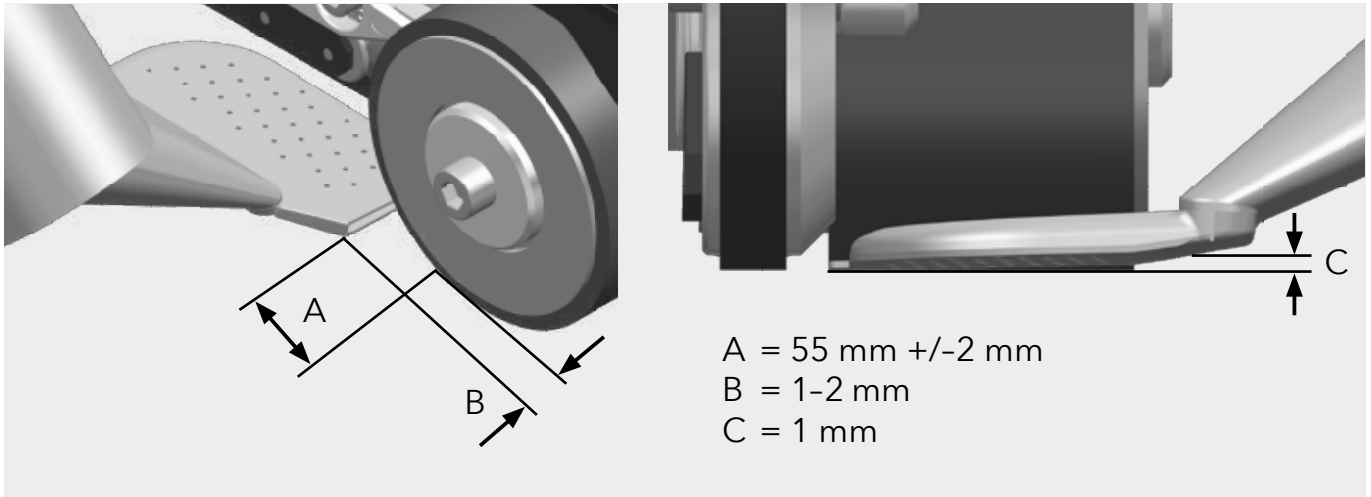
der Düse regelmässig anhand der Bedienungsanleitung des Herstellers zu kontrollieren. Einige Hersteller von Schweissmaschinen bieten zur Unterstützung eine sogenannte Einstell-Lehre an, um die Düse und die Spur der Schweissmaschine einfach und zuverlässig einzustellen.



Einstell-Lehre von Leister für die Schweissmaschinen VARIMAT 700, VARIMAT 500, VARIMAT 300

Es ist zu berücksichtigen, dass Schweißmaschinen bei kalter Umgebungstemperatur mehr Energie benötigen, um die eingestellte Temperatur zu erreichen. Wenn die eingestellte Temperatur nicht erreicht werden kann, haben Anwender:innen

die Möglichkeit, die Luftmenge zu reduzieren. Es empfiehlt sich, dabei die Geschwindigkeit im gleichen Verhältnis zu drosseln. Hierzu ist die Betriebsanleitung der Schweißmaschine zu beachten.



#### Beispiel einer korrekt eingestellten Schweißmaschinen-Düse

**A** = Abstand zwischen Düse und der Mitte der Andruckrolle: In diesem Beispiel beträgt der Abstand rund 55 mm. Dieser Abstand hat sich anhand neuer Erkenntnisse bewährt.

**B** = Distanz zwischen Düse und Andruckrolle: Die Position der Düse liegt 1-2 mm vor der Andruckrolle.

**C** = Abstand zwischen Düse und Dichtungsbahn: Die Düse hat ausschliesslich an der Spitze Kontakt zur Dichtungsbahn. Der restliche Teil der Düse befindet sich in der Überlappung 1 mm über dem Untergrund.

Um eine zuverlässige Schweißung zu erzielen, ist die Düsenaustrittsform regelmässig zu kontrollieren. Denn durch die Beanspruchung beim Schweißen und verschiedene äussere Einflüsse können sich die Düsen im Laufe der Zeit verformen.

#### Sonderfall: Beispiel Einsatz der Aufraudüse bei bewitterten Dichtungsbahnen

Bei allen FPO-Membranen, bei denen vom Hersteller eine Nahtbehandlung vorgesehen ist, kann eine Aufraudüse eingesetzt werden.

Zudem können die Oberflächen von FPO-Bahnen durch Bewitterung sowie durch unsachgemässe Lagerung oxidieren. Durch die spezielle Form der Aufraudüse (Rillen) wird die Oxidation durchbrochen, um die dauerhafte Fügung zu gewährleisten. Die Aufraudüse kann chemische Substanzen ersetzen, wodurch die Anwendung nachhaltiger, anwender- und umweltfreundlicher wird. Zum Entfernen von Schmutz und Feuchtigkeit eignet sich die Düse jedoch nicht. Es ist daher wichtig, zu beachten, dass die Membrane beim Fügen sauber und trocken ist.



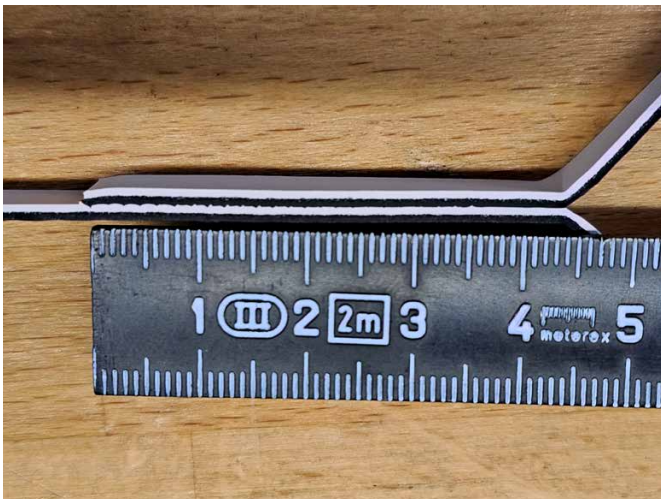


Aufraudüse von Leister, unterer Düsenteil hergestellt via 3D-Metall-Druck

Soll eine frei bewitterte Dichtungsbahn mit einer neuen Dichtungsbahn verfügt werden, empfiehlt sich der Einsatz einer Aufraudüse, um die Oxidation der bewitterten Dichtungsbahn zu entfernen und eine dichte Fügenaht zu erzielen. Durch die Rillenform der Aufraudüse wird eine unerwünschte Kerbwirkung minimiert.

### Praxis-Tipp

Bei Dachsanierungen hat es sich in der Praxis bewährt, neue Anschlussbahnen unter den bestehenden Dachmembranen zu verlegen. Grund dafür: Die bestehenden Dachmembranen sind auf der Unterseite weniger bewittert, wodurch eine bessere Fügung erzielt wird.



### Schweissbild einer oxidierten Dichtungsbahn, die mit einer Aufraudüse vorbehandelt wurde.

Die Oxidationsschicht der Oberfläche wurde durch die Rillenform der Aufraudüse aufgebrochen. Durch die vergrößerte Oberfläche wird ein hoher Schälwiderstand erzielt. So entsteht - ohne Einsatz von Lösungsmitteln - eine nachhaltige und dauerhafte Nahtfügung.

### Vorteile der Aufraudüse

- Aufbrechen der Oxidationsschicht der Membrane zur Nahtvorbehandlung
- bei bewitterten Bahnen, um den Anschluss an neue Bahnen zu fügen
- durch Kontaktschweißen mit der Aufraudüse wird eine durchgehende, homogene Überlapp-Fügung erzielt

### Einfluss von Umgebungstemperatur und Feuchtigkeit auf die Dichtungsbahn

#### Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur hat je nach Schweisstemperatur nur geringen Einfluss auf die Qualität der Fügenaht.

### Beispiel

Bei einer Schweisstemperatur von 530 °C hat die Änderung der Umgebungstemperatur von +/-20 °C nur einen geringen Einfluss auf einen homogenen, molekularen Schweissprozess.

Generell empfiehlt sich, eine geregelte Schweissmaschine einzusetzen, die die Schweissparameter konstant hält und dadurch eine zuverlässige Fügung garantiert (*siehe dazu auch Kapitel Schweissgeschwindigkeit*).

### Praxis-Tipp

Als Faustregel sind unter Berücksichtigung der Umgebungstemperatur folgende Anpassungen der Parameter sinnvoll. Hier ein Beispiel bei einer vorgegebenen Schweisstemperatur von 480 °C:

Umgebungstemperatur	Schweisstemperatur	Schweissgeschwindigkeit	Luftmenge
20 °C	480 °C	4.0 m/min	100 %
0 °C	480 °C	3.8 m/min	100 %
	<b>Hinweis:</b> keine Erhöhung der Temperatur, weil sonst "Schockwirkung" beim Material besteht	<b>Hinweis:</b> Geschwindigkeit reduzieren, um dem Material mehr Zeit zur Erwärmung zu geben	
30-40 °C	460 °C	4.0 m/min	100 %
	<b>Hinweis:</b> Temperatur reduzieren, um die Dichtungsbahn nicht zu verbrennen	<b>Hinweis:</b> Geschwindigkeit bleibt unverändert, weil das Material ausreichend vorgewärmt ist	

### Grundsätzlich gilt:

- je höher die Aussentemperatur, umso kleiner die Schweisstemperatur; Schweissgeschwindigkeit bleibt gleich
- je tiefer die Aussentemperatur, umso kleiner die Schweissgeschwindigkeit; Schweisstemperatur bleibt gleich

### Luftfeuchtigkeit

Des Weiteren wird der beste Wärmetransport bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 42-50 % sichergestellt. Wird eine Dichtungsbahn auf der Baustelle falsch gelagert, kann Feuchtigkeit am Rand der Bahn eintreten. Falls dies festgestellt wird, ist der feuchte Rand zu entfernen, um die Qualität der Fügung nicht zu beeinträchtigen. Grundsätzlich muss bei der Fügetechnik vermieden werden, dass Feuchtigkeit in der Überlappung vorherrscht, weil der Schweissprozess dadurch massgeblich negativ beeinflusst wird.

### Luftmenge

In modernen Schweissmaschinen ist die Luftmenge variabel verstellbar, um je nach Dichtungsbahn eine zuverlässige Nahtfügung sicherzustellen. Im Grundsatz sind bei Dach-Dichtungsbahnen immer 100 % Luftmenge einzustellen, um die maximale Schweissleistung zu erreichen.

**Wichtig:** Wird die Luftmenge beispielsweise um 10 % reduziert, ist die Geschwindigkeit ebenfalls um 10 % zu drosseln, um die beiden Parameter auszugleichen. Die Temperatur bleibt dabei unverändert. Hierzu ein Rechenbeispiel in der folgenden Tabelle.

	Luftmenge	Geschwindigkeit	Temperatur
<b>Ausgangslage</b>	100 %	4.0 m/min	480 °C
<b>Auswirkung Reduktion Luftmenge</b>	90 %	3.6 m/min	480 °C

## Schweissgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit ist konstant einzustellen, kann aber während der Schweissung leicht angepasst werden. Dies braucht jedoch Erfahrung und ist meist nicht nötig, weil zuerst eine Testschweissung durchgeführt wird. Dabei sind in jedem Fall die folgenden äusseren Bedingungen zu berücksichtigen:

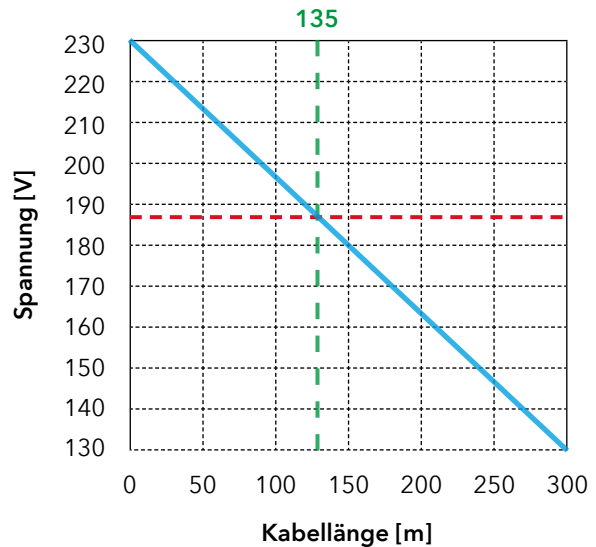
### Einsatz des richtigen Stromkabels und der richtigen Steckerverbindungen

Bei elektrischen Schweissgeräten ist es wichtig, die richtigen Stromkabel zu verwenden, um die bestmögliche Leistung zu erzielen. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- je grösser der Kabelquerschnitt, desto besser: 1.5 mm Kabelquerschnitt des Verlängerungskabels ist zu vermeiden, weil der Leistungswiderstand grösser ist als z. B. bei 2.5 mm.
- zuverlässige Stecker und Kupplungen verwenden
- robuste und hochwertige Verlängerungskabel einsetzen
- Leitungsschutzschalter sollte für 230 V, 20 A und für 400 V, 16 A ausgelegt sein
- bei Generatorbetrieb mindestens 10 kW verwenden, Faustformel: benötigte Leistung  $\times$  2
- möglichst konstante Stromversorgung mit 400 V Spannung

**Kabellängen:** Bedingt durch den Kabelwiderstand sind die maximalen Kabellängen zu berücksichtigen.

### Kabellängen bei 230 V Spannung



#### Maximale Kabellänge bei optimaler Nennspannung von 230 V

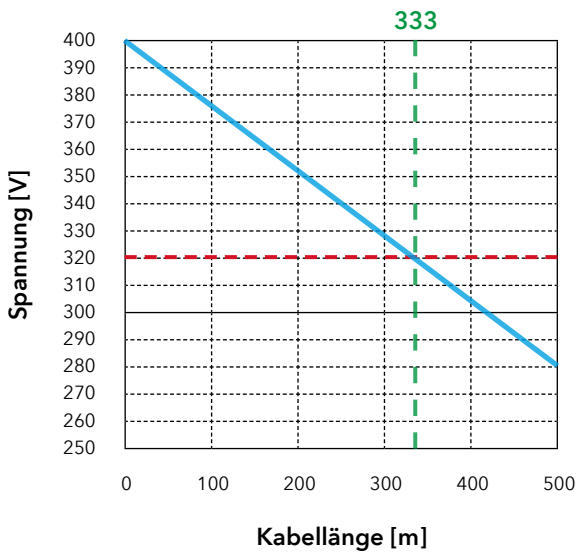
- — maximale Unterspannung
- — maximale kalkulierte Stromkabellänge in Meter
- gemessene Gerätespannung während Betrieb in Volt

Gemessen mit neuen Stromkabeln. Wenn die Stromkabel verschmutzt, korrodiert oder defekt sind, reduziert sich die Länge.

Unter optimalen Bedingungen kann demzufolge bei einem Kabelquerschnitt von 2.5 mm eine maximale Länge von 135 m erreicht werden. Moderne Schweissmaschinen gleichen somit eine Unterspannung von 20% aus, um die maximale Schweisstemperatur von 620 °C zu erreichen.

In der Praxis auf der Baustelle ist jedoch mit einer Reduktion der Nennspannung von rund 10% zu rechnen. Somit reduziert sich die Kabellänge dementsprechend auf ca. 75 m.

## Kabellängen bei 400 V Spannung



### Maximale Kabellänge bei optimaler Nennspannung von 400 V

- - maximale Unterspannung
- - maximale kalkulierte Stromkabellänge in Meter
- gemessene Gerätespannung während Betrieb in Volt

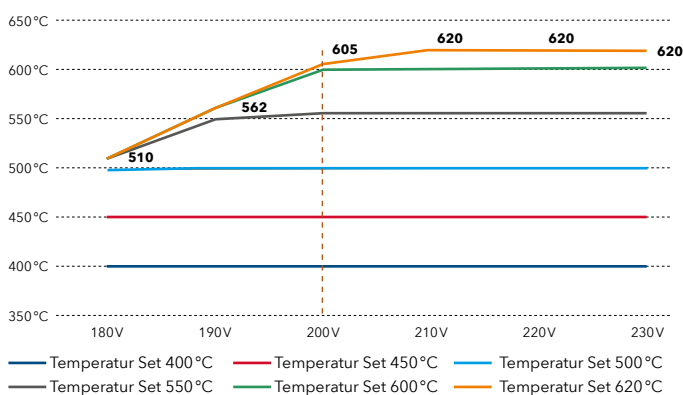
Gemessen mit neuen Stromkabeln. Wenn die Stromkabel verschmutzt, korrodiert oder defekt sind, reduziert sich die Länge.

In der Praxis ist auch bei 400 V mit einer Reduktion der Nennspannung von 10% zu rechnen. Somit verringert sich die maximale Kabellänge auf ca. 180 m.

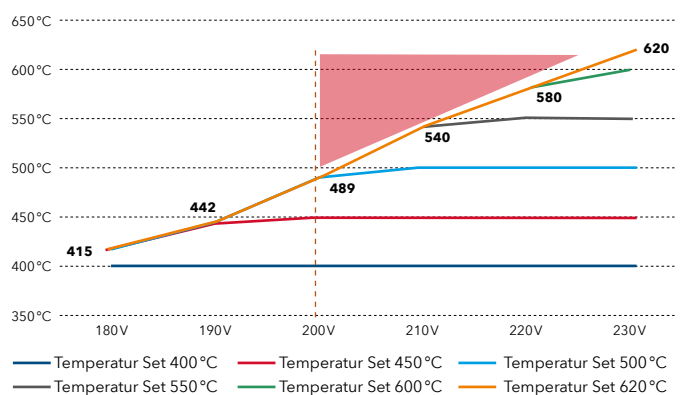
## Unterspannung

Unter Baustellenbedingungen und durch die vorher erwähnte Situation der Verlängerungskabel ist häufig mit Unterspannung zu rechnen. Moderne Schweißmaschinen verfügen über eine entsprechende Software, die diese Gegebenheit berücksichtigt und Unterspannung bis zu 20% ausgleicht. So wird die benötigte Schweißtemperatur trotz Unterspannung zuverlässig erreicht.

Mit entsprechender Software ("Powermanagement") und starkem Heizelement. Schweißmaschine während Betrieb bei 230 V:



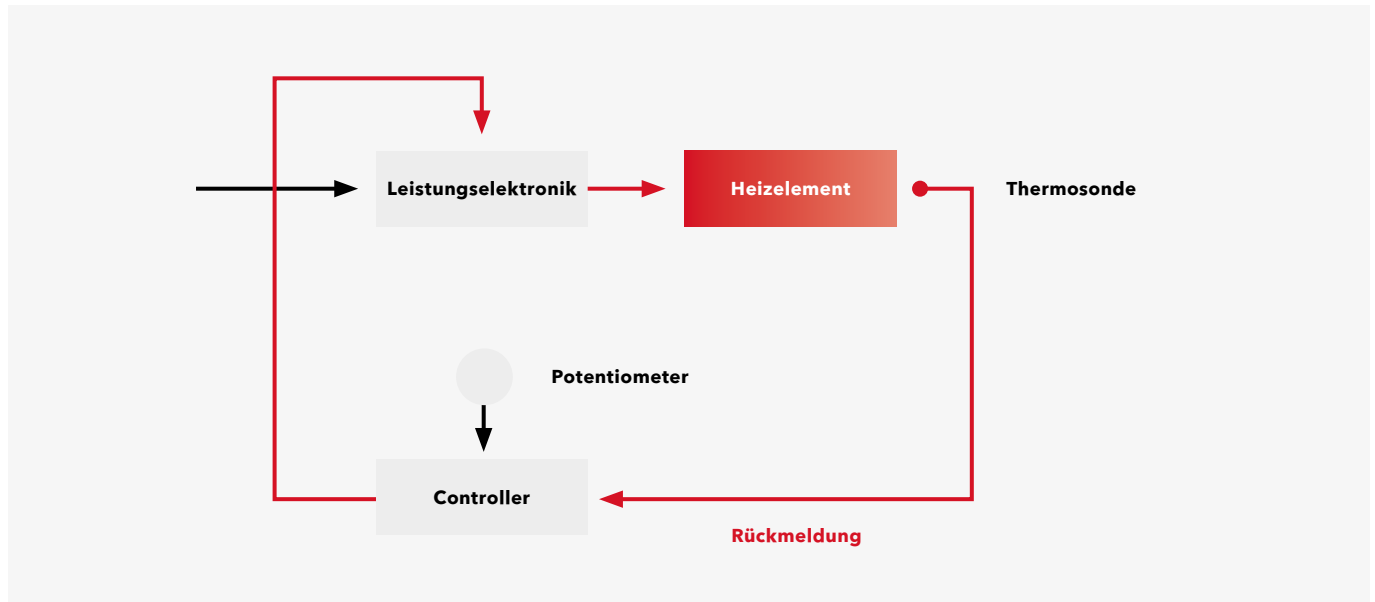
Ohne entsprechende Software ("Powermanagement") mit handelsüblichem Heizelement. Schweißmaschine während Betrieb bei 230 V:



In der Grafik ist klar ersichtlich, dass mit entsprechender Software ("Powermanagement") höhere Temperaturen erreicht werden, um zum Beispiel eine Dach-Dichtungsbahn aus PVC zuverlässig zu schweißen.

## Soft- und Hardware zur Regelung der Schweissparameter

Es empfiehlt sich, Schweißmaschinen einzusetzen, die über Soft- und Hardware zur Regelung der Schweissparameter verfügen. Durch diese Technologie werden die Schweissparameter konstant gehalten. Das bedeutet: Die eingestellten Parameter werden bis zu einer Unterspannung von 20% eingehalten, damit das Schweißfenster nicht verlassen wird.

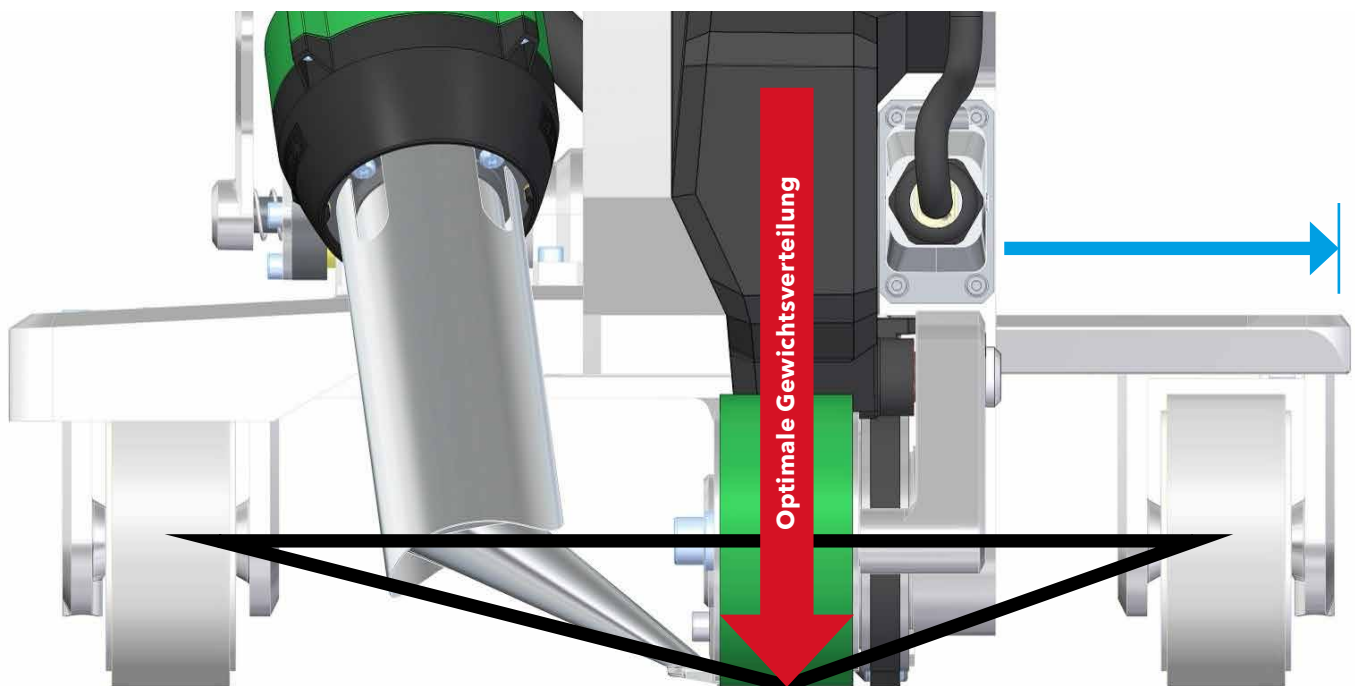


Moderne Schweißmaschinen sollten mit Soft- und Hardware zur Regelung der Schweissparameter ausgestattet sein. Die Parameter werden am Controller eingestellt. Anschliessend kontrolliert die Thermosonde (Hardware) die eingestellte Temperatur. Sobald sich die Temperatur aufgrund von Unterspannung reduziert, sendet die Thermosonde (Hardware) einen Impuls an die Leistungselektronik (Software). Die Regelung der Software stellt dann sicher, dass die Schweissparameter trotz Unterspannung von bis zu max. 20% konstant bleiben.

## Anpressdruck

Bei den meisten Schweißmaschinen wird der Anpressdruck vom Hersteller empirisch ermittelt und vorgegeben, um eine dichte Nahtfugung zu erzielen. Wenn ein höherer Anpressdruck benötigt wird, z. B. bei Dichtungsbahnen ab 2 mm Dicke, können Zusatzgewichte montiert werden. Der richtige Anpressdruck ist durch Testschweißungen zu ermitteln.

Wichtig ist, dass die Schweißmaschine eine stabile Gewichtsverteilung aufweist. In der Praxis hat sich eine Dreieckskonstruktion als Vorteil erwiesen. Diese Konstruktion wirkt sich zudem positiv auf die Spurtreue der Schweißmaschine aus, was manuellen Korrekturaufwand verringert.



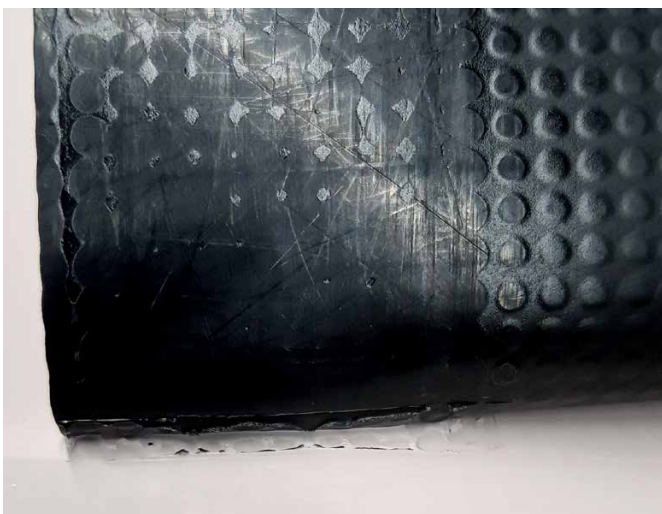
---

Optimale Gewichtsverteilung der Schweißmaschine durch Dreieckskonstruktion für mehr Stabilität und bessere Spurtreue

### Praxis-Tipp

- FPO-Dichtungsbahnen haben eine andere Molekülketten-Struktur als z. B. PVC. Deshalb ist bei der Nahtfüugung von FPO-Dichtungsbahnen meist ein höherer Anpressdruck notwendig.
- Bei dünnen thermoplastischen Dichtungsbahnen (z. B. unter 1.2 mm Dicke) kann die Nahtfüugung durch das Entfernen der Zusatzgewichte verbessert werden.
- Zudem ist der richtige Anpressdruck vom Untergrund und der Anwendung abhängig. Zum Beispiel ist der Anpressdruck beim Schweißen im Gefälle und auf weichem Untergrund zu reduzieren.
- Bei trägerlosen Dichtungsbahnen (ohne Gewebe) können durch die Reduktion des Anpressdrucks bessere Schweißergebnisse erzielt werden.
- Bei dickeren Dichtungsbahnen (dicker als 2 mm) empfiehlt es sich, den Anpressdruck durch Zusatzgewichte zu erhöhen.
- Beim Einsatz von Aufrau- und Prep-Düsen zur Vorbereitung der Membranen, empfiehlt es sich, ein Zusatzgewicht einzusetzen, um den Anpressdruck zu erhöhen.
- Generell ist der Untergrund zu beachten. Bei weichem Untergrund kann der Anpressdruck reduziert werden. Es ist zu berücksichtigen, dass die Parameter Temperatur und Geschwindigkeit auch angepasst werden müssen.

Nachfolgend die Schweißbilder bei zu geringem und bei korrektem Anpressdruck beim Fügen von FPO-Dach-Dichtungsbahnen:



Genügend Anpressdruck: Die Noppen sind verschmolzen.



Ungenügender Anpressdruck: Die Noppen sind nicht genügend verschmolzen.



## Untergrund

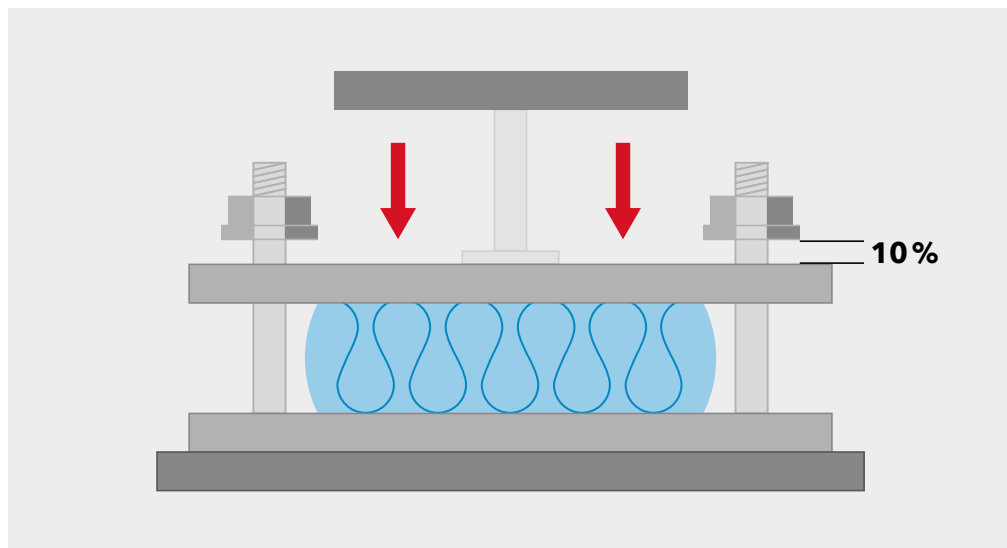
Bei weichem Untergrund (z. B. hochwertige Mineralwolle-Isolation) wird die Anforderung der Druckfestigkeit erfüllt. Dennoch ist Mineralwolle im Vergleich zu hartem Untergrund (z. B. PIR/PUR) weicher, weshalb mit folgender Korrektur eine bessere Schweissung erzielt werden kann:

Reduktion Temperatur um 20 °C

Reduktion Geschwindigkeit um 10-20 cm/min

Um einen zuverlässigen Gegendruck zu erzielen, ist die Minstdichte der Isolation zu beachten. Siehe hierzu auch folgende Normen:

- SIA 271 "Abdichtungen von Hochbauten"
- SN EN 13163 Kapitel Wärmedämmung und Druckspannung
- SN EN 826 Kapitel Wärmedämmung und Druckspannung



Bei einer Stauchung der Wärmedämmung von 10% (in der Grafik blau dargestellt) ist eine Druckspannung von 120 kPa zu erreichen.

**Hinweis:** Bei Schweissungen auf weichem Untergrund sind die oben genannten Normen einzuhalten. Schweissungen auf zu weichem Untergrund (z. B. Mineralwolle-Isolation minderer Qualität, die die Mindestanforderungen an Druckfestigkeit nicht erfüllt) sind zu vermeiden.

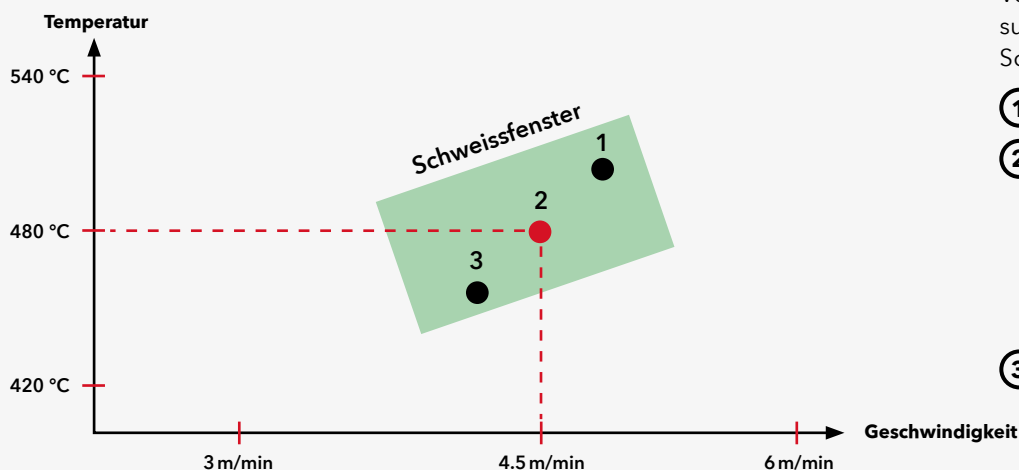
## Empfohlenes Vorgehen Testschweissung

Grundsätzlich sind Testschweissungen auf der Baustelle auszuführen, um die Realität abzubilden. Es wird von einer im Schweißen geschulten Person ausgegangen, damit die Schweissbilder richtig beurteilt werden.

Damit die richtigen Start-Schweissparameter erzielt werden, ist eine Testschweissung unerlässlich. Durch dieses Vorgehen wird eine zuverlässige Nahtfüging für die produktiven Basis-Fügungen geschaffen. Bevor eine Testschweissung durchgeführt wird, sind als Basis die vom Hersteller empfohlenen Schweissparameter zu wählen. Es sind drei gute Schweissungen zu erzielen, um davon den Mittelwert als Startparameter zu definieren.

### Praxis-Tipp

- Es muss mit der Dichtungsbahn geschweisst werden, die im jeweiligen Dachprojekt verwendet wird.
- Der Dachaufbau ist zu berücksichtigen. Das heisst, der Schweisstest ist auf dem gleichen Untergrund (z. B. Isolation) auszuführen.
- Der Test muss von einer Person ausgeführt werden, die Erfahrung im Schweißen von Dach-Kunststoff-Dichtungsbahnen hat. Anderenfalls können die Schweissresultate nicht richtig beurteilt werden.
- Bei den Testschweissungen wird in den meisten Fällen mit den Mittelwerten der Startparameter des Membranherstellers begonnen. Zusätzlich ist die vom Membranhersteller vorgegebene Schweissmaschine bzw. die eingesetzte Schweissmaschine zu berücksichtigen.
- Um die richtigen Startparameter zu ermitteln, sind mindestens drei gute Schweissungen mit unterschiedlichen Parametern erforderlich. Anschliessend wird der mittlere Schweissparameter genommen, um eine Baustellentoleranz zu erreichen (siehe folgende Grafik).



Vorgehen Testschweissung mit drei guten Schweissungen

- ① Testschweissung
- ② Testschweissung Nummer 2 berücksichtigen: 480 °C, 4.5 m/min, 100 %
- ③ Testschweissung

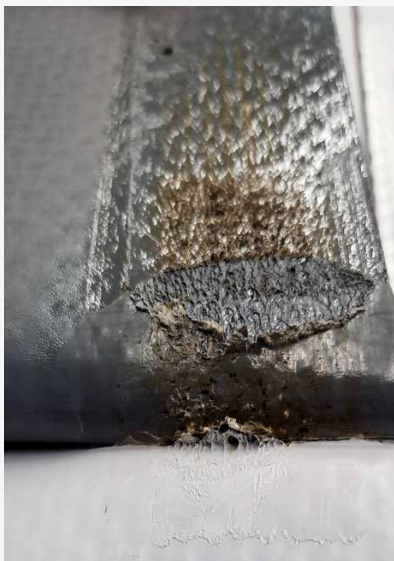
- Zur Durchführung von Testschweißungen werden drei Schweissbleche benötigt, die folgendermassen eingesetzt werden:
  - a. Das erste Schweissblech wird am Start der Schweissung eingesetzt. Die Düse der Schweissmaschine muss auf dem Blech eingeschwenkt werden, damit die Dichtungsbahn erst verschweisst wird, wenn die Schweissmaschine das Schweissblech verlässt. Dadurch wird der Start der Schweissung geprüft.
  - b. Das zweite Schweissblech wird in der Mitte der Testschweißung platziert. Damit wird die Schweissung während des Schweissprozesses geprüft. Die Prüfung der Längsrichtung der Schweissnaht wird mit einer Schweissnahtschablone durchgeführt.
  - c. Das dritte Schweissblech kommt an das Ende der Schweissnaht. Die Andruckrolle der Schweissmaschine muss auf dem Schweissblech sein, damit die Düse ausgeschwenkt werden kann. Damit wird das Schweissende geprüft.



Aufbau Testschweißung wie oben beschrieben

Bei den Prüfungen der Startschweißung, in der Mitte der Schweissung (im Schweissprozess) und am Ende der Schweissung können unterschiedliche Schweissbilder (gute und schlechte) erscheinen. Alle Schweissbilder der drei Schweisspositionen (Start, Mitte und Ende) müssen gut sein. Es kann vorkommen, dass nur eine oder zwei Schweisspositionen gut sind (z. B. beim Start der Schweissung ungenügend oder schlecht). In einem solchen Fall sind die Schweissparameter als nicht geeignet zu werten.

- Die Fügenaht-Kontrollen sind nicht direkt nach dem Schweissvorgang durchzuführen, denn die Moleküle der Dach-Kunststoff-Dichtungsbahn müssen zuerst abkühlen. Je nach Wetter sind nach dem Schweissvorgang vor der Kontrolle 5-15 min abzuwarten.
- Wenn die Schweisstemperatur zu niedrig ist, oder eine Oxydations-Schicht verschweisst wird, sind die Membranen komplett oder teilweise trennbar. Bei zu hohen Temperaturen werden die Kunststoff-Moleküle zerstört, wodurch keine dichten Schweissungen erreicht werden (siehe folgende Bilder).



---

Zu heiss geschweisst: braune Verfärbung und Schlackenbildung bei PVC-Dichtungsbahnen



---

Zu heiss geschweisst: keine dichte Schweissung bei FPO-Dichtungsbahnen, Moleküle wurden irreparabel zerstört

## Richtwerte Schweissrezepte thermoplastische Dichtungsbahnen

Wenn der Materialhersteller keine Schweissparameter angibt, sind die Angaben der Schweissparameter von Schweissmaschinen-Herstellern nützlich. In modernen Schweissmaschinen finden Anwender:innen via Display im Menü generische Schweissrezepte. Diese sind hilfreich, um die richtigen Parameter zu ermitteln.

Nachfolgend empirisch ermittelte Startparameter von einer modernen Schweissmaschine mit 400 V Spannung:

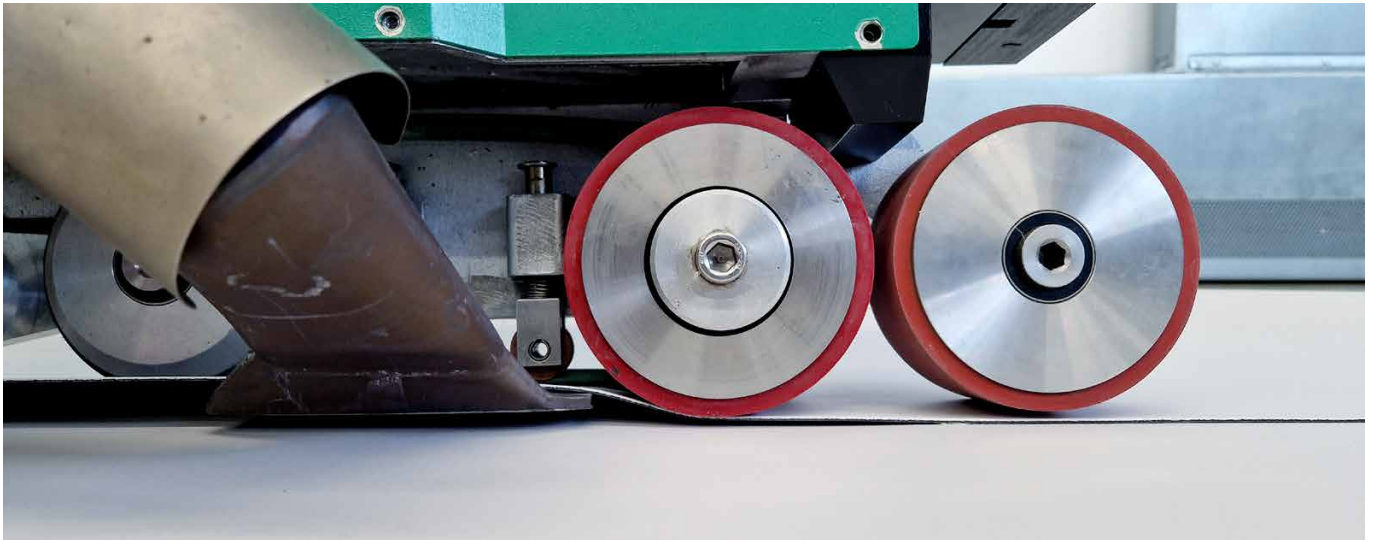
Material	Temperaturen			Geschwindigkeit m/min			Luft (18 000 RPM)	Zusatzgewicht
	Min.	Mitte	Max.	Min.	Mitte	Max.		
PVC	500°C	<b>520°C</b>	550°C	3.0 m	<b>3.7 m</b>	4.0 m	100%	3 kg
FPO/TPO	430°C	<b>450°C</b>	500°C	3.5 m	<b>4.5 m</b>	5.0 m	100%	3 kg
EVA	500°C	<b>540°C</b>	550°C	2.7 m	<b>3.2 m</b>	3.5 m	100%	3 kg
PIB	420°C	<b>460°C</b>	500°C	3.0 m	<b>3.2 m</b>	3.5 m	100%	3 kg
EPDM	500°C	<b>540°C</b>	600°C	3.5 m	<b>4.5 m</b>	4.5 m	100%	3 kg
ECB	490°C	<b>500°C</b>	570°C	2.7 m	<b>3.7 m</b>	3.9 m	100%	3 kg

Der fettgedruckte Wert ist der jeweils empfohlene Start-Schweissparameter.

Beim Start-Schweissparameter ist der Mittelwert (fettgedruckter Wert in der vorstehenden Tabelle) zu wählen, um äussere Einflüsse auf der Baustelle zu kompensieren. Dichtungsbahnen aus PVC und FPO werden in der Industrie am meisten eingesetzt. Zur Erinnerung: Grundsätzlich sind die Schweissparameter zu berücksichtigen, die der Materialhersteller empfiehlt.

## Führen der Schweissmaschine

Beim Führen der Schweissmaschine ist darauf zu achten, dass der Führungsstab nicht zu stark "abgekippt" wird. Denn durch seitliche Belastung des Führungsstabs und der daraus resultierenden Hebelwirkung bringt die Andruckrolle nicht den benötigten Druck auf. Der Anpressdruck ist somit unzureichend, weshalb die Nahtfugung mangelhaft wird.



Unkorrekte Führung der Schweissmaschine durch seitliches Abkippen des Führungsstabs

Es ist sicherzustellen, dass die Schweisser:innen den Führungsstab zum Führen der Schweissmaschine möglichst wenig einsetzen, um die Fehlerquote zu minimieren.

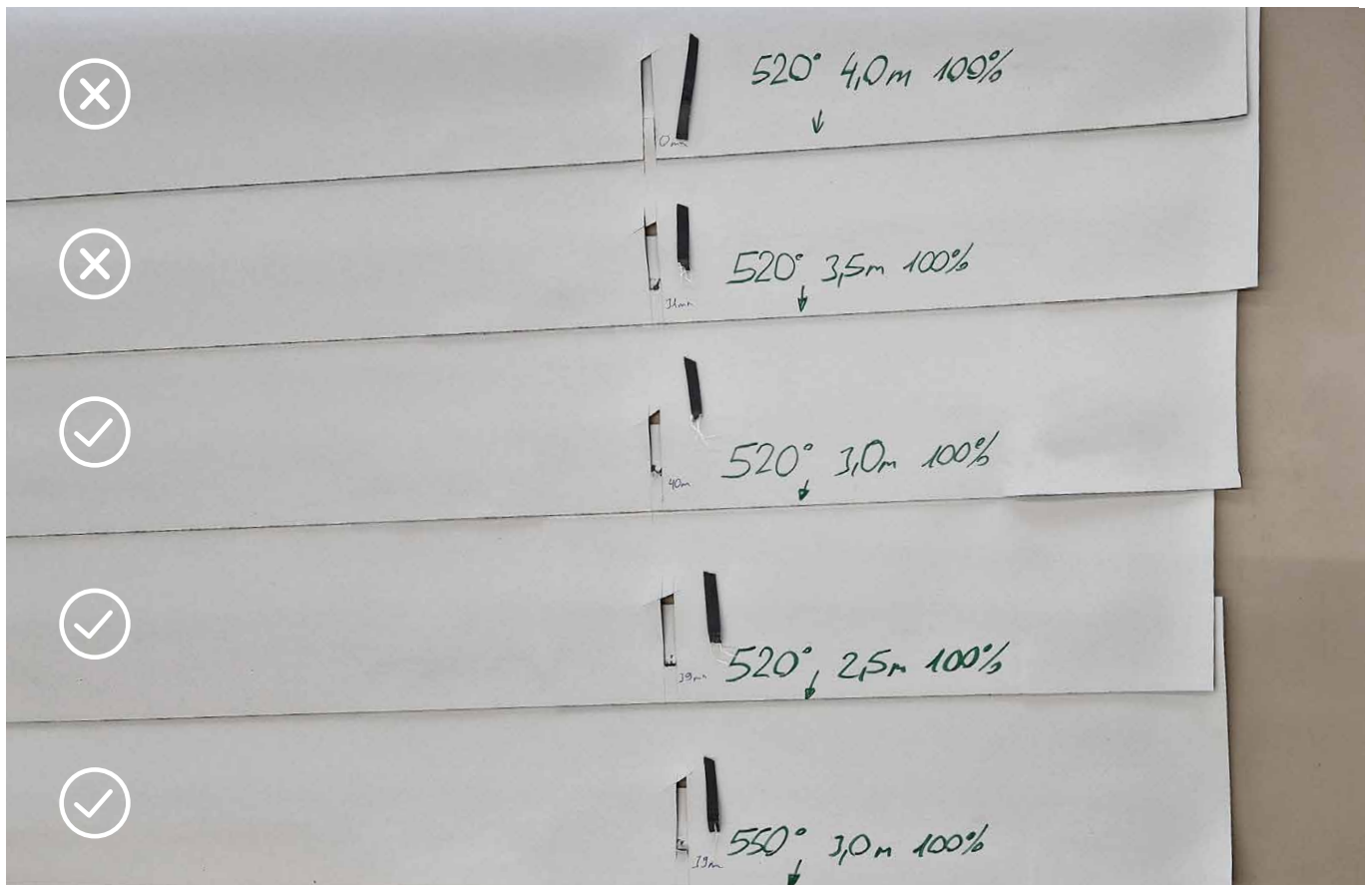
### Praxis-Tipp

In der Praxis hat sich die Korrektur der Führung der Schweissmaschine mit dem Fuss unten an der Transportrolle der Schweissmaschine bewährt, denn dabei entsteht keine Hebelwirkung. Es ist darauf zu achten, dass die Membrane nicht verschoben wird, um keine Wellenbildung zu erzeugen.

## Bewertung und Kontrolle der Schweissproben

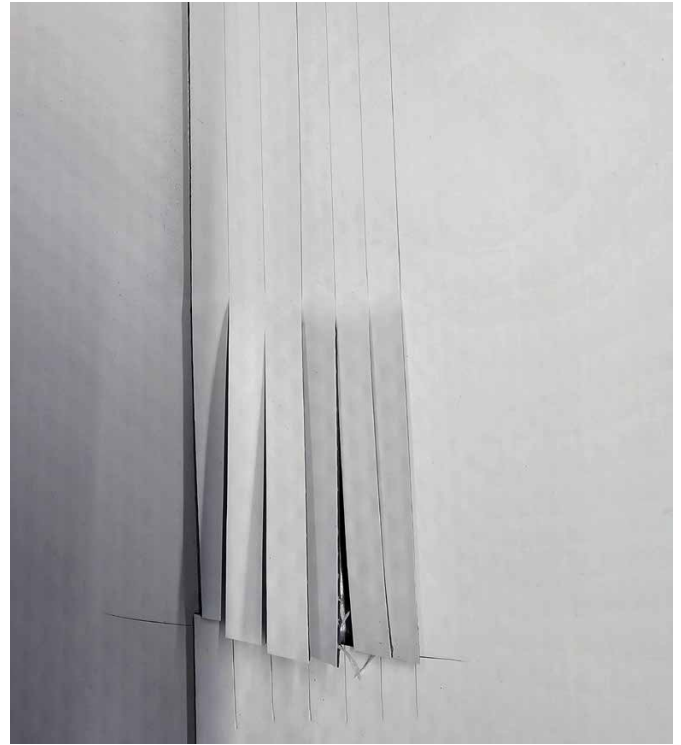
Die Bewertung der Kontrolle der Schweissbilder muss streng sein. Nur so ist es möglich, auf der Baustelle zuverlässige Schweissungen zu erzielen. Dieses Vorgehen hat sich in der Praxis seit über 50 Jahren bewährt.

### Vorgehen bei der Bewertung von fünf Schweissungen (zwei mangelhafte Fügungen und drei dichte Fügungen)



Testreihe mit fünf Schweissungen (Querprüfung), um die richtigen Startparameter zu definieren

Zum Analysieren der Fügenähte ist auch eine Längsprüfung der Schweissnähte durchzuführen. Nur so ist eine abschliessende Kontrolle möglich. Die Querprüfung allein ermöglicht keine abschliessende Analyse der Fügenaht.



---

Längsprüfung der Fügenaht, um abschliessend zu analysieren

## Schweissung 1

Undichte Schweissung, durchgeführt mit 520 °C Heissluft, 4 m/min Geschwindigkeit und 100% Luftmenge



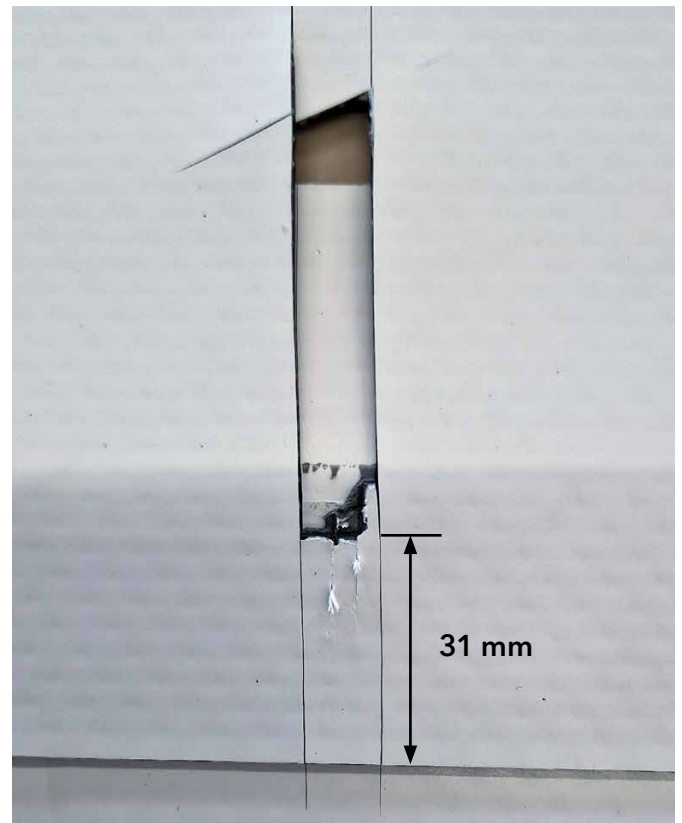
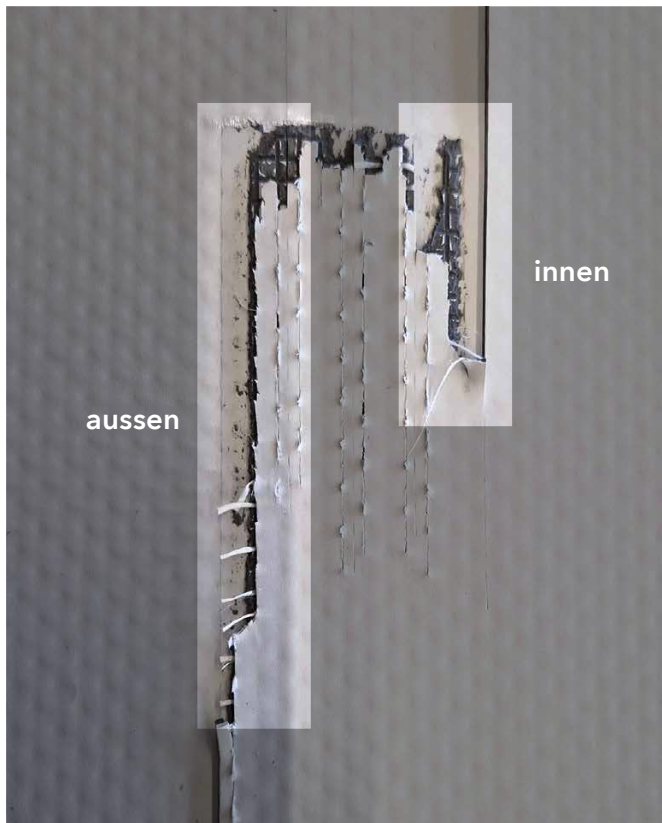
---

Der Parameter Geschwindigkeit war zu schnell eingestellt, weshalb keine dichte Naht erzielt wurde.



## Schweissung 2

Mangelhafte Schweissung, durchgeführt mit 520 °C Heissluft, 3.5 m/min Geschwindigkeit, 100% Luftmenge



Die Nahtfugung weist innen und aussen undichte Stellen auf. Diese Fehlerstellen können ausschliesslich anhand der Längsprüfung der Fügenaht analysiert werden. Des Weiteren ist die Fügenaht 31 mm breit und entspricht dadurch nicht dem Industriestandard von 40 mm. Jede Längsschweissung wird mit einer Querschweissung abgeschlossen. Wenn die Längsschweissung aussen an der Fügenaht nicht richtig verschweisst ist, kann die Querschweissung mangelhaft und undicht sein.

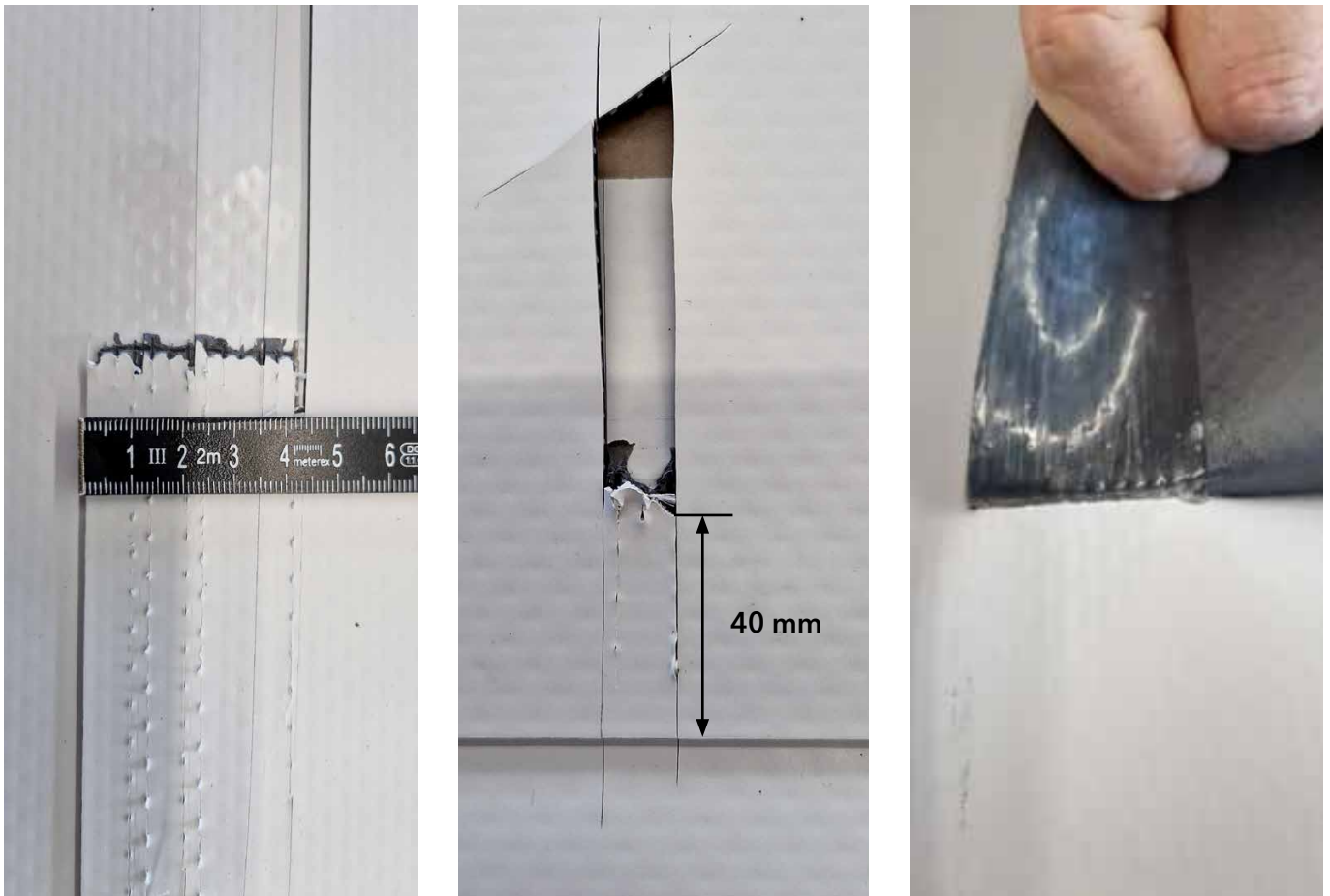
### Hinweis

In der Praxis sind Schweissbreiten von 35–40 mm als gut zu bezeichnen. Unter Laborbedingungen wird von 37 mm Schweissbreite ausgegangen.

### Schweissungen 3-5

Durchgängig dichte Fügenaht bei 520-550 °C Heissluft, 2.5-3.0 m/min Geschwindigkeit und 100 % Luftmenge durchgeführt. Es empfiehlt sich, als Mittelwert 530 °C Heissluft und 2.8 m/min Geschwindigkeit zu definieren.

**Hinweis:** Bei Arbeiten, die mehrere Tage dauern, ist täglich vor Beginn des Schweissens eine Testschweissung durchzuführen. So kann kontrolliert werden, ob die definierten Schweissparameter weiterhin korrekt oder anzupassen sind.



Perfekte und dichte Nahtfüging mit einer Schweissnahtbreite von 40 mm gemäss Industriestandard

### Hinweis

Die oben genannten Parameter sind als Beispiel für eine spezifische PVC-Membrane zu verstehen, können jedoch auch bei Dichtungsbahnen aus anderen thermoplastischen Kunststoffen zu guten Resultaten führen.

## Kontrolle der Nahtfüzung

Seit mehr als 50 Jahren haben sich in der Praxis folgende Mindestwerte zur Kontrolle der Dichtigkeit der Schweissnähte von Dach-Kunststoff-Dichtungsbahnen bewährt:

- Schälprüfung: mind. 100 N Zugkraft und 50 mm Breite des Prüflings
- Scherprüfung: mind. 150 N Zugkraft und 50 mm Breite des Prüflings

Dies wird aufgrund von Erfahrungswerten auch von der Europäischen Union für technische Zulassung im Bauwesen (UEAtc) § 4.3.18 in Bezug auf die Qualität der Nahtfüzung empfohlen.

Der Abriss ausserhalb der Fügenaht oder das Auftrennen einzelner Schichten (z. B. Ablösen der Dichtschicht von einer innenliegenden Einlage oder Verstärkung) sind weitere Indizien einer funktionierenden Nahtfüzung.

Ein Abriss ausserhalb der Fügenaht ist je nach Dichtungsbahn für eine gute Nahtfüzung nicht zwingend erforderlich.

Grundsätzlich gilt: Es sind dichte Schweissnähte zu erzielen, die die hohen qualitativen Anforderungen von Nutzflachdächern erfüllen. Daher sind falsch eingestellte Parameter (z. B. zu hohe Temperatur, die die Moleküle beim Start und Abschluss der Schweissungen zerstört) und eine zu hohe Schweissgeschwindigkeit zu vermeiden. Insbesondere bei Nutzflachdächern verursachen undichte Schweissnähte hohe zusätzliche Kosten, denn die daraus resultierenden Nacharbeiten und Reparaturen sind aufwändig und teuer.

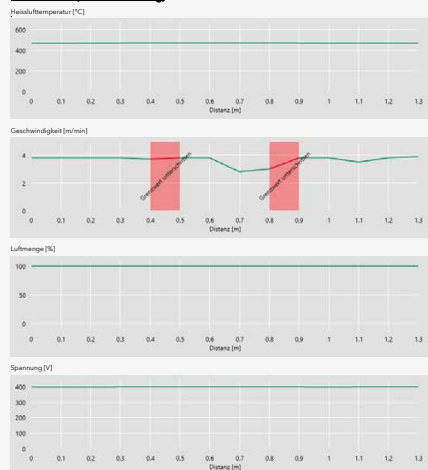
Die mechanische, nicht zerstörerische Kontrolle wird mit einem Schweissnahtprüfer durchgeführt.

# 3. Qualitätssicherung durch GPS-gestützten Datenreport

Die Qualitätssicherung in der Flachdachindustrie gewinnt an Bedeutung. Bei öffentlichen Ausschreibungen und Ausschreibungen von Architekten wird immer häufiger eine Protokollierung der Schweißparameter gefordert.

Schweißprotokoll für Überlappnähte		10-42 - 11-04	11.09.2023	Nr. 20230911-2
Bauherr	Stara Umbauheitzentrale Matha	Flachdach	Auftraggeber	Authority
Bauweise	n/a	Vorgeformte	Matha Flat roof	
Stoff	n/a	Schweißer	M. Baumgartner	
ELZ	n/a	Schweißmaschine	VARIMAT 700	
Standort	n/a	Prozessnummer	2304122964	
Baubeschreibung	Main roof	Seitennummer	2304122964	
<b>Dachaufbau</b>		<b>Werkstoffangaben</b>		
Unterkonstruktion	Concrete	Dichtungsbahn Hersteller	XYT	
Dampfsperre	Modifed Bläumen	Dichtungsbahn	XYT	
Wärmedämmung	PIR	Nahstoff	TFD	
Stärke [k]	2	Nennstärke [mm]	1.8	
<b>Schweißangaben</b>		<b>Witterungsbedingungen</b>		
Nahstoffbezeichnung	Yes	Allgemein (Windsch.)	Sunny	
Düsentyp	Standard	Lufttemperatur [°C]	28	
		Rel. Luftfeuchtigkeit [%]	60	
<b>Schweißparameter</b>				
	Bezug VARIMAT 700 TFD	Erstellung Anfang	Erstellung Ende	
Heißlufttemperatur [°C]		470	470	
Geschwindigkeit [m/min]		3.8	3.8	
Luftmenge [%]		100	100	
Gewicht [kg]	Cha			
<b>Bemerkungen</b>				
Abweichung in der Schweißung 5-7				
Schweiser		Bauteile / Vorarbeiten / Anfertigungsplan		
Datum / Unterschrift		Datum / Unterschrift		

### Nahnummer & (Monitored Welding)



Zusammenfassung		
	Minimum	Maximum
Heißlufttemperatur [°C]	467	473
Nahnummer	3	4
Distanz [m]	0.40	2.30
Geschwindigkeit [m/min]	2.2	4.2
Nahnummer	4	5
Distanz [m]	0.50	6.70
Luftmenge [%]	100	100
Nahnummer	3	3
Distanz [m]	0.04	0.04
Spannung [V]	354	368
Nahnummer	4	5
Distanz [m]	0.20	0.50

Schweißnähte					
Nr.	Länge [m]	Breitengrad Anfang	Längengrad Anfang	Breitengrad Ende	Längengrad Ende
3	0.90	46.961847	8.386366	46.961950	8.386364
4	7.10	46.961927	8.386343	46.961947	8.386400
5	7.30	46.961916	8.386396	46.961957	8.386411
6	1.30	46.961903	8.386412	46.961901	8.386423
7	5.10	46.961916	8.386440	46.961931	8.386403
8	3.30	46.961847	8.386469	46.961873	8.386491
9	1.00	46.961901	8.386474	46.961910	8.386470
10	7.30	46.961878	8.386516	46.961910	8.386509
11	0.40	46.961882	8.386528	46.961918	8.386521

Eingestellte Schweißparameter				
Heißlufttemperatur [°C]	Geschwindigkeit [m/min]	Luftmenge [%]	Nahnummer	Distanz [m]
470	3.8	100	5	0.00

Aufzeichnungen Nahnummer 6						
Distanz [m]	Heißlufttemperatur [°C]	Geschwindigkeit [m/min]	Luftmenge [%]	Spannung [V]	Breitengrad	Längengrad
0.00	469	3.8	100	376	46.961903	8.386412
0.10	469	3.8	100	376	46.961903	8.386413
0.20	470	3.8	100	376	46.961902	8.386414
0.30	471	3.8	100	377	46.961902	8.386414
0.40	471	3.7	100	377	46.961902	8.386415
0.50	471	3.8	100	377	46.961902	8.386416
0.60	471	3.8	100	377	46.961902	8.386416
0.70	471	2.8	100	377	46.961901	8.386417
0.80	471	3.0	100	377	46.961901	8.386418
0.90	471	3.8	100	377	46.961901	8.386419
1.00	470	3.8	100	376	46.961901	8.386420
1.10	471	3.5	100	377	46.961901	8.386420
1.20	470	3.8	100	377	46.961901	8.386421
1.30	470	3.9	100	377	46.961901	8.386423

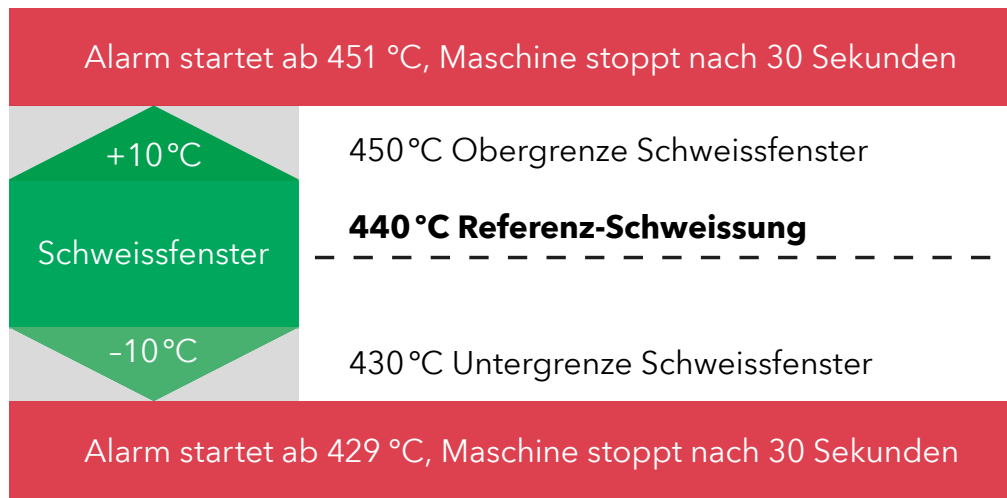
Eingestellte Grenzwerte	
Distanzintervall [m]	0.1
Unterer Toleranzwert Temperatur [°C]	18
Oberer Toleranzwert Temperatur [°C]	18
Toleranzgrenzwert Geschwindigkeit [%]	2
Toleranzgrenzwert Luftmenge [%]	3
Gerät bei Wartung anhalten	AUS
Akustischer Alarm	EIN
GPS	EIN

Beispiel eines GPS-gestützten Schweißprotokolls einer Schweißmaschine von Leister, in dem die ausgeführten Schweißungen dokumentiert sind.

## Elektronisch überwachtes Schweißen

Die Testschweißung bildet die Basis, um die Grenzwerte der Schweißparameter richtig festzulegen. Wenn moderne Schweißmaschinen die Grenzwerte der Schweißparameter über- oder

unterschreiten, schaltet sich eine elektronische Assistenz ein und informiert die Anwender:innen mit einem optischen und akustischen Alarm.



Beispiel: "Monitored-Welding-Assistant" von Leister zur elektronischen Überwachung der Schweißqualität

Die elektronische Qualitätssicherung speichert und protokolliert die ausgeführten Schweißarbeiten und hat folgende Vorteile:

- Nachweis mit GPS-dokumentierten Schweißparametern und Testschweißung
- automatischer Schweißbericht zur Kontrolle und zum Minimieren möglicher Fehler
- Nachweis-Dokument der eingestellten Schweißparameter
- Prozesssicherheit mit dokumentierter Schweißnahtlänge
- mehr Kontrolle über die Fügetechnik und die vorherrschende elektrische Spannung

# 4. Schweissfenster

Für Dach-Kunststoff-Dichtungsbahnen sind Schweissfenster zu erstellen, um die richtigen Startparameter zu ermitteln. Die höchste Zuverlässigkeit wird erzielt, wenn Material- und Schweissmaschinenhersteller beim Definieren der Schweissfenster zusammenarbeiten.

Es wird empfohlen, die Parameter in der Mitte des Schweissfensters zu definieren, um einen Toleranzbereich der äusseren Bedingungen zu

erhalten, in dem eine zuverlässige Fügung erzielt wird. Das erhöht die Schweissqualität und gibt Dachdecker:innen Sicherheit in Bezug auf die Dichtheit ihrer Fügenähte.

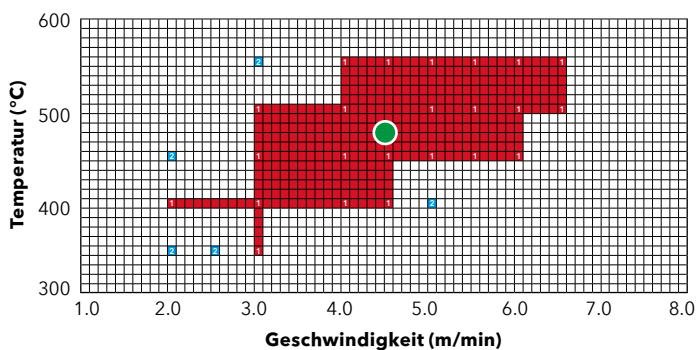
Der sogenannte Schweisspunkt, auch bekannt als "Sweet Spot" stellt den Mittelwert der Schweissparameter dar und wird auch von Colin Murphy, Sachverständiger des amerikanischen Unternehmens Socotec ([www.socotec.us](http://www.socotec.us)), empfohlen.

**Colin Murphy:** *"Selecting the average value, so called sweet spot, for the start welding parameters gives more secure during seam joining and fewer mistakes can be made."*

## Weitere Statements

**Bart Steen,** Technical Manager Europe, Building Envelope Division, Holcim Solutions and Products EMEA BV: *"Considering the welding window, we were able to determine the most optimal welding parameters to recommend."*

**Christian Quandel,** Anwendungstechniker, Soprema GmbH: *"Das Erstellen des Schweissfensters hat meine Kompetenz und mein Verständnis einer dichten Fügenaht erhöht und bringt unseren Kunden den Nutzen, die richtigen Start-Parameter einzustellen."*



### Beispiel Schweissfenster-Auswertung bei einer Dach-Kunststoff-Dichtungsbahn

Gemäss Analyse in der Grafik ist der Schweisspunkt (Sweet Spot) bei 480 °C Heissluft und 4.5 m/min Geschwindigkeit einzustellen, um mit den richtigen Startparametern zu schweissen. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass die Anwender:innen die Sicherheit haben, mit den richtigen Parametern zu starten.

## 5. Fazit

Nutzflachdächer – insbesondere von Industriebauwerken – spielen eine entscheidende Rolle für die Nachhaltigkeit und Funktionalität der Gebäude. Materialhersteller von Dach-Kunststoff-Dichtungsbahnen haben die Verantwortung, innovative Lösungen bereitzustellen. Das Berücksichtigen von Nachhaltigkeit, Langlebigkeit, Energieeffizienz, Design, Sicherheit und Umweltauswirkungen ist entscheidend, um die steigenden Anforderungen des Marktes zu erfüllen und die Zukunft der Industrie-Nutzflachdächer zuverlässig zu gestalten.

Eine dichte und dauerhafte Nahtfüugung ist in diesem Zusammenhang essenziell. In dieser Expertise ist dokumentiert, welche Bedeutung das erweiterte Schweißdreieck hat, welchen Nutzen Testschweißungen haben und wie sie auszuführen sind.

Durch das Beachten des erweiterten Schweißdreiecks und das Durchführen von Testschweißungen erhöht sich zwar der Initialaufwand, doch er lohnt sich, weil dadurch dauerhaft dichte Fugen erzielt werden. Denn es liegt auf der Hand, dass Testschweißungen mit anschließender korrekter Nahtfüugung weniger aufwändig sind als teure Reparaturen und Sanierungen.

Darüber hinaus ist es wichtig, dass Material- und Schweißmaschinenhersteller, Sachverständige und Dachdecker:innen eng zusammenarbeiten, um die Fügetechnik und das richtige Vorgehen beim Flachdachabdichten auch in Zukunft kontinuierlich weiterzuentwickeln.

# Glossar und Abkürzungsverzeichnis

<b>Begriff</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>ECB</b>	Dach- und Dichtungsbahnen aus Ethylen-Copolymerisat-Bitumen
<b>EPDM</b>	EPDM ist die Abkürzung für Ethylen-Propylen-Dien-(Monomer)-Kautschuk.
<b>EVA</b>	Ethylen-Vinylacetat-Copolymer
<b>PIB</b>	Polyisobutylene (PIB) ist die Bezeichnung für ein thermoplastisches Polymerisat aus Isobutylene.
<b>PIR-Dämmung</b>	Das Kurzzeichen PIR steht für Polyisocyanurat – seltener auch Polyiso-Hartschaum genannt.
<b>PUR-Dämmung</b>	PUR-Hartschaum-Wärmedämmstoffe sind geschlossenzellige harte Schaumkunststoffe aus Polyurethan.
<b>PVC</b>	PVC-Abdichtungsbahnen bestehen überwiegend aus Polyvinylchlorid, einem Kunststoff, der durch Zugabe von Weichmachern und Stabilisatoren weicher und formbar gemacht wird.
<b>Retention</b>	Retentionssystem mit Retentionselement als temporärer Wasserspeicher für die stark verzögerte Abgabe von Überschusswasser bei Dächern von 0 bis 5 % Gefälle
<b>SIA</b>	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
<b>TPO/FPO</b>	Thermoplastische Polyolefine (TPO), auch flexible Polyolefine (FPO), sind Kunststoffbahnen mit einer Legierung aus verschiedenen Kunststoffen. TPO/FPO-Dachbahnen wurden zu Beginn der 1990er Jahre entwickelt. Sie werden lose verlegt und dabei mechanisch befestigt oder mit Auflast verlegt.



# Quellenangaben

## Textquellen

UEAtc, Europäische Union für technische Zulassungen im Bauwesen <https://www.ueatc.eu>

2017, Lebensdauer Industrieflach nach Dipl. -Ing. (FH) Wolfgang Ernst, <http://www.dddach.org>

DIN EN 12316-2 Abdichtungsbahnen – Bestimmung des Schälwiderstandes der Fügenähte – Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen

DIN EN 12317-2 Abdichtungsbahnen – Bestimmung des Scherwiderstandes der Fügenähte – Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen

## Bildquellen

Fotos aus der internen Bilddatenbank sind Eigentum der Leister Gruppe und werden nicht im Quellenverzeichnis aufgeführt.

# Impressum

**Autor**

Roland Beeler, Head of Business Line Plastic Fabrication,  
Roofing and Flooring (PRF), Leister Technologies AG

**Co-Autor**

Paul R othlin, Technical Sales Engineer, Leister Technologies AG

**Lektor Englisch**

Dave Nordentoft, Manager Roofing, Marketing & Sales Support, Leister Technologies LLC, USA

**Redaktion**

Silke Landtwing, Redaktorin

**Layoutgestaltung**

Patrick Lussi, Graphic Designer, Leister Technologies AG

# Rechtliche Hinweise

## Inhalt

Wir haben den Inhalt dieser Expertise sorgfältig erarbeitet. Für die Informationen übernehmen wir keine Gewähr irgend-einer Art. Wir behalten uns vor, ohne weitere Ankündigung, alle bereitgestellten Informationen jederzeit zu verändern oder zu aktualisieren.

## Urheberrecht | Gewerbliche Schutzrechte

Texte, Bilder, Grafiken sowie deren Anordnung unterliegen dem Schutz des Urheberrechtes und anderer Schutzgesetze. Die Vervielfältigung, Änderung, Übertragung oder Veröffentlichung eines Teils oder des gesamten Inhaltes dieser Expertise ist, ausser zum privaten, nicht kommerziellen Zweck, in jeglicher Form verboten.

Alle in dieser Expertise enthaltenen Kennzeichen (geschützte Marken, wie Logos und geschäftliche Bezeichnungen) sind Eigentum der Leister AG, der Leister Brands AG oder Dritter und dürfen ohne vorherige schriftliche Einwilligung nicht verwendet, kopiert oder verbreitet werden.

## Änderungen

Änderungen können jederzeit vorgenommen werden.

© Leister AG  
Galileo-Strasse 10  
6056 Kägiswil  
Schweiz

leister.com  
leister@leister.com  
+41 41 662 74 74

### Benelux

Leister Technologies Benelux BV  
3991 CE Houten / Nederland  
+31 (0)30 2199888  
info@leister.nl

2270 Herenthout / Belgien  
+32 (0)14 22 69 93  
info@leister.be

### China

Leister Technologies Ltd. Shanghai  
201 109 / PRC  
+86 21 6442 2398  
leister@leister.cn

### Germany

Leister Technologies  
Deutschland GmbH  
42103 Wuppertal / Germany  
+49 (202) 87006-0  
info.de@leister.com

### India

Leister Technologies India Pvt  
600 041 Chennai / India  
+91 44 2454 3436  
info@leister.in

### Italy

Leister Technologies Italia s.r.l.  
20054 Segrate / Italia  
+39 02 2137647  
sales@leister.it

### Japan

Leister Technologies KK  
Yokohama 222-0033 / Japan  
+81 45 477 3637  
sales-japan@leister.com

### Singapore

Leister Tech Asia Pte. Ltd.  
Singapore  
+65 9787 8712  
info.sg@leister.com

### USA

Leister Technologies LLC  
Itasca, IL 60143 / USA  
+1 855 534 7837  
info.usa@leister.com

### International Distribution

Leister International AG  
+41 41 662 74 74  
leister@leister.com



leister.com



Get in touch