

voestalpine Stahl GmbH

Dieser Artikel ist in der Ausgabe Nr. 11-12/2022 der "SCHWEISS- UND PRÜFTECHNIK" der ÖGS, Wien, erschienen.

Per Klick zur perfekten Schweißnaht

■ Wolfgang Ernst, Mario Stich, voestalpine Stahl GmbH, Linz

Mit dem voestalpine Welding Calculator bietet voestalpine ein innovatives online Tool für Desktop und App (iOS und Android), um die Planung und Optimierung schweißtechnischer Aufgabenstellungen einfach, effizient und vor allem sicher zu erledigen. Die gemeinsame Entwicklung der voestalpine Steel Division und voestalpine Böhler Welding beinhaltet aktuell drei Module: Abkühlzeit $t_{8/5}$, Vorwärmtemperatur T_p und die Mengenermittlung von Schweißzusatzwerkstoffen. Neben einer umfangreichen Datenbank an voestalpine-Werkstoffen können im kostenfreien Tool auch eigene Werkstoffe angelegt und Berechnungen gespeichert oder geteilt werden.

Die Entstehung. Seit September 2018 ist die App im iOS- und Google Play Store verfügbar. Nach einem erfolgreichen Launch und überragendem Feedback, wurde ein paar Monate später die dazu passende, integrierte Desktop-Version veröffentlicht. Diese ermöglicht es dem User noch weitere Informationen anzuzeigen (z. B. Diagramme bei der Vorwärmtemperatur T_p) und bietet noch flexiblere Nutzungsoptionen. Idealerweise können Nutzer so Berechnungen im Büro am Desktop, aber auch mobil durchführen, um diese in späterer Folge in der App mobil verändern und kontrollieren zu können. Unabhängig von der umfassenden voestalpine Werkstoff Datenbank, können auch eigene Werkstoffe angelegt und für die Berechnung herangezogen werden.

Sicher berechnet. Die App ist eine zeitgemäße Lösung mit der zentrale Schweißparameter berechnet werden können. Treu dem Slogan „one step ahead“, kann voestalpine mit der innovativen Lösung ein weiteres Alleinstellungsmerkmal am Markt erzielen, und neben exzellenten Stählen und passenden Schweißzusatzwerkstoffen auch Unterstützung zur optimalen Verarbeitung bieten.

Die Module. Aktuell bietet der voestalpine Welding Calculator die Möglichkeit zur Berechnung der Vorwärmtemperatur T_p , Abkühlzeit $t_{8/5}$ und der Menge an benötigten Schweißzusatzwerkstoffen. Mit Hilfe der App können Verarbeitungsempfehlungen und normative Vorgaben auf einfache Weise in Praxisparameter umgelegt werden. Für Schweißtechnikerinnen und Schweißtechniker bedeutet das weniger Zeit- und Arbeitsaufwand. Ein weiterer Vorteil: Die Nutzerinnen und Nutzer können Berechnungsergebnisse einfach speichern und teilen. Der online Service ist der einzige am Markt, der die Welten der Grund- und Zusatzwerkstoffe in einer innovativen Applikation verbindet.

Zur Berechnung. Für die Kalkulationen benötigt der User Werkstoffdaten (z. B. die chemische Zusammensetzung). Neben der Möglichkeit sich eigene Werkstoffe anzulegen, bietet das Tool ein umfangreiches Produktportfolio der voestalpine zur Auswahl an. Darunter hoch- und ultrahochfeste Stähle der Marken alform® und aldur®, aber auch verschleißbeständige Stähle wie durostat®. Neben Markenprodukten von voestalpine können aber auch konventionelle Normstähle ausgewählt werden (u. a. Vergütungsstähle, Baustähle). Auf Seiten der Zusatzwerkstoffe stehen sämtliche Produkte von voestalpine Böhler Welding für alle gängigen Lichtbogenschweißverfahren zur Auswahl.

Mit Hilfe des Welding Calculators können drei wesentliche Fragen der schweißtechnischen Verarbeitung in nur wenigen Schritten beantwortet werden:

1. Ist ein Vorwärmen notwendig um die Schweißverbindung kaltrissicher herzustellen?
2. Liegen die gewählten Schweißparameter innerhalb der Empfehlungen des Stahlherstellers?
3. Wieviel Schweißzusatz wird für eine Schweißaufgabe benötigt?

Grundwerkstoff	alform plate 700 M, 25 mm
Zusatzwerkstoff	BÖHLER alform 700-IG, 1,2 mm Diffusibler Wasserstoffgehalt (HD) 2 ml/100 g
Schweißprozess	MAG, Gleichstrom Schutzgas M21 Spritzerverluste 1%
Schweißparameter	Strom 320A, Spannung 30 V, Schweißgeschwindigkeit 500 mm/min
Schweißnahtgeometrie	X-Naht Blechdicke (d) 25 mm Öffnungswinkel (α) 50° Steg (s) 2 mm Stegabstand (b) 2 mm Nahtüberhöhung (h) 2 mm Einbrand (e) 2 mm Nahtlänge 1 m
Klimatische Bedingungen	Lufttemperatur 20°C Relative Luftfeuchtigkeit 60% Bauteiltemperatur 20°C

Tabelle 1 Fallbeispiel

In den nächsten Abschnitten werden die Funktionalitäten der einzelnen Module beschrieben und die praktische Anwendbarkeit anhand des in Tabelle 1 angeführten Fallbeispiels erläutert.

Vorwärmtemperatur T_p . Das Vorwärmen ist eine Methode zur Verminderung des Risikos wasserstoffinduzierter Kaltbrüche in der Wärmeeinflusszone und im Schweißgut von un- und niedriglegierten Stählen [1]. Das Berechnungsmodul „Vorwärmtemperatur T_p “ bietet eine praktische Umsetzung der normativen Regelungen nach EN 1011-2, Anhang C.3 [2] bzw. SEW 088, Beiblatt 1 [3] und nach ANSI/AWS D1.1, Anhang H [4]. Die wesentlichen Einflussgrößen auf die Kaltbrüchigkeit, wie Werkstoffzusammensetzung, Verbindungsgeometrie, Schweißparameter und Wasserstoffgehalt, werden zunächst schrittweise definiert. Die Kalkulation der Mindestvorwärmtemperatur erfolgt dann je nach gewähltem Berechnungsmodell. Zusätzlich wurde eine Empfehlung zum Kantentrocknen vor dem Schweißen implementiert.

Für das gewählte Fallbeispiel ergeben beide Modelle für den gewählten Grundwerkstoff Mindestvorwärmtemperaturen unter 20°C. Somit wäre kein Vorwärmen vor dem Schweißen notwendig. Für den gewählten Zusatzwerkstoff werden jedoch Vorwärmtemperaturen von 75 – 100°C berechnet, wodurch ein moderates Vorwärmen empfohlen wird. Ein Kantentrocknen ist im Falle eines Vorwärmens aber auch aufgrund der günstigen klimatischen Bedingungen nicht nötig. In Abbildung 1 ist ein Ergebnisdiagramm für das Modell nach EN 1011-2 dargestellt.

Abkühlzeit $t_{8/5}$. Die Gefüge in der Wärmeeinflusszone sowie im Schweißgut und somit die resultierenden Eigenschaften von Schweißverbindungen aus un- und niedriglegierten Stählen sind abhängig von den Abkühlbedingungen des Schweißnahtbereichs [5], welche durch die Abkühlzeit der Schweißnaht zwischen 800°C und 500°C beschrieben werden kann. Der Parameter Abkühlzeit $t_{8/5}$ vereint

dabei alle Randbedingungen des Wärmeeintrags und der Wärmeableitung. Daher wird für die Verarbeitung von un- und niedriglegierter Stählen auch ein „ $t_{8/5}$ -Fenster“ empfohlen, in dem Verbindungen mit optimalen mechanisch-technologischen Eigenschaften erzielt werden.

Die Abkühlzeit $t_{8/5}$ kann nach EN 1011-2, Anhang D.6 [2] bzw. SEW 088, Beiblatt 2 [3] durch Messung am Bauteil oder eine rechnerische Abschätzung bestimmt werden. Mit dem Modul „Abkühlzeit $t_{8/5}$ “ wird die rechnerische Abschätzung in wenigen, einfachen Schritten möglich.

Der Wärmeeintrag durch den Schweißprozess kann aus unterschiedlichen Eingabekombinationen, z.B. Strom / Spannung / Schweißgeschwindigkeit oder integrierte Lichtbogenleistung / Schweißgeschwindigkeit, berechnet werden. Als Nebenprodukt der Berechnungen werden auch die Werte für die Streckenenergie und Wärmeeinbringung ausgegeben. Die Wärmeableitung wird durch die Stoßart, Lagenart und die Blechdicken definiert.

Es besteht auch die Möglichkeit die Werte der Geometriefaktoren der Wärmeableitung (F_2 , F_3) und des thermischen Wirkungsgrades (η) anzupassen, um weitere Schweißverfahren (z.B. Laserschweißen), Lichtbogenarten oder Schweißpositionen zu berücksichtigen [6].

Das Berechnungskonzept nach EN 1011-2 bzw. SEW 088 berücksichtigt grundsätzlich nur Schweißstöße mit gleichen Blechdicken. Für ungleiche Blechdicken wurde die von Thier und Eisenbeis [7] vorgeschlagene Erweiterung des $t_{8/5}$ -Konzeptes im Bereich der zweidimensionalen Wärmeableitung integriert.

Mit dem Modul „Abkühlzeit $t_{8/5}$ “ kann mit nur geringem Zeitaufwand überprüft werden, ob mit den gewählten Schweißparametern eine prozesssichere und wirtschaftliche Fertigung möglich ist. Eine integrierte Rückrechnung ausgehend von einer gewünschten Abkühlzeit $t_{8/5}$ erlaubt eine gezielte Optimierung der Schweißparameter.

Für das Fallbeispiel ergibt sich für die Fülllagen bei einer angenommenen Zwischenlagentemperatur von 100°C eine Abkühlzeit $t_{8/5}$ von ca. 6 s, welche innerhalb des empfohlenen Bereichs (3 – 15 s) von voestalpine Grobblech [8] liegt.

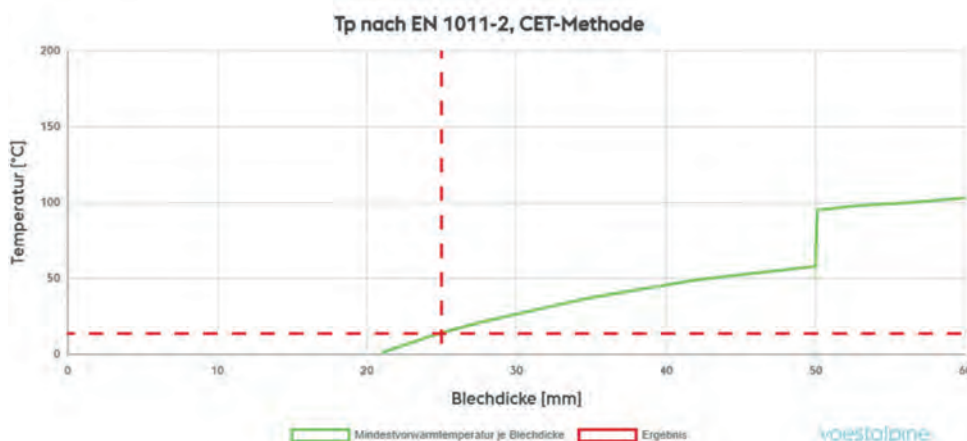


Abbildung 1: Mindestvorwärmtemperatur für alform plate 700 M, Blechdicke 25 mm unter Berücksichtigung der in Tabelle 1 angeführten Randbedingungen.

Mengenberechnung. Dieses Modul ermöglicht die Berechnung der benötigten Menge an Schweißzusatzwerkstoffen für die Herstellung einer Schweißnaht. Für gängige Lichtbogenschweißverfahren wird auf Basis der Schweißnahtgeometrie zunächst das Nahtvolumen berechnet. Es steht dabei eine umfangreiche Auswahl an unterschiedlichen Nahtgeometrien zur Verfügung. In Verbindung mit der Dichte des gewählten Zusatzwerkstoffes wird das Nahtgewicht kalkuliert. Für die Berechnung des benötigten Zusatzwerkstoffbedarfs werden noch verfahrensspezifische Parameter, wie z. B. Spritzerverluste beim MAG-Schweißen, berücksichtigt. Beim UP-Schweißen wird neben dem Zusatzwerkstoffbedarf auch der Schweißpulververbrauch abgeschätzt.

Für das Fallbeispiel ergibt sich ein Schweißnahtgewicht von 1,72 kg und ein Schweißzusatzwerkstoffbedarf von 1,74 kg.

Weltweiter Erfolg. Seit dem Launch sind die Nutzerzahlen kontinuierlich gestiegen. Über 10.000 registrierte Nutzerinnen und Nutzer arbeiten schon mit der App. Die Lösung wird weltweit gut angenommen und die Resonanz ist groß. 5-Sterne Bewertungen in den Download Stores und überragendes Kundenfeedback motivieren für weitere Entwicklungen, an denen stetig gearbeitet wird, um den Service noch weiter zu verbessern.

Inter-divisionale Zusammenarbeit. Mit der voestalpine Steel Division und voestalpine Böhler Welding (Teil der voestalpine Metal Engineering Division) weist voestalpine umfassende Kompetenz im Bereich der schweißtechnischen Verarbeitung im Konzern auf. Der voestalpine Welding Calculator ist nur ein Beispiel wie konzernweit gebündeltes Know-how in Kundennutzen umgesetzt wird. Neben der gemeinsamen Software bietet voestalpine auch speziell abgestimmte Werkstoffkonzepte an, um das Maximum aus voestalpine-Grundwerkstoffen und passenden Schweißzusatzwerkstoffen herauszuholen – das alform® Welding System. Mit dem alform® Welding System bietet die voestalpine die weltweit erste abgestimmte Systemlösung von Stahl und Schweißzusatz für hochfeste und ultrahochfeste Konstruktionen an – so kann das Werkstoffpotential maximal ausgeschöpft und der Kundennutzen noch weiter erhöht werden [9].

Ausblick. Der voestalpine Welding Calculator wird kontinuierlich weiterentwickelt. Neben stetigen Performance- und Usability Updates mobile als auch am Desktop, wird auch an inhaltlichen Weiterentwicklungen gearbeitet. So entstehen bald neue Module und andere Weiterentwicklungen, um die Leistung noch weiter zu verbessern.

WELDING WITH VISION

Mit dem voestalpine Welding Calculator

Die voestalpine Steel Division und voestalpine Böhler Welding haben ihr Know-how in einem innovativen digitalen Tool bereitgestellt. Die Berechnung konkreter Fertigungsparameter ist von nun an in Sekundenschnelle möglich.

- » Abkühlzeit $t_{b,0.5}$ nach EN 1011-2
- » Vorwärmtemperatur T_p
- » Mengenberechnung von Zusatzwerkstoffen
- » Implementieren selbst definierter Materialdaten
- » Verfügbar für Desktop und mobile Endgeräte
- » Einfaches Speichern und Teilen von Kalkulationen

SCAN TO GET THE APP

Download on the App Store

GET IT ON Google Play

www.voestalpine.com/alform/Service/Welding-Calculator

voestalpine
 ONE STEP AHEAD.

Quellen.

- [1] ISO/TR 17844:2004 Schweißen – Vergleich von genormten Verfahren zur Vermeidung von Kaltrissen
- [2] EN 1011-2:2001 Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe - Teil 2: Lichtbogenschweißen von ferritischen Stählen
- [3] SEW 088 - STAHL-EISEN-Werkstoffblatt 088 - Schweißgeeignete un- und niedriglegierte Stähle Empfehlungen für die Verarbeitung, besonders für das Schmelzschweißen
- [4] ANSI/AWS D 1.1/D 1.1M:2015. Structural Welding Code –Steel
- [5] Degenkolbe, J., Uwer, D., Wegmann, H.: Kennzeichnung von Schweißtemperaturzyklen hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die mechanischen Eigenschaften von Schweißverbindungen durch die Abkühlzeit $t_{8/5}$ und deren Ermittlung. Thyssen Technische Berichte (1985): 57–73
- [6] Kusch M., Mayer P., Pehle S., Hälsig A., Einfluss der Fugegeometrie und der Schweißposition auf den Wärmeintrag ins Bauteil beim Schutzgasschweißen, Schweißen und Schneiden 69 (2017): 22 – 28
- [7] Thier H., Eisenbeis Ch. Erweiterung des $t_{8/5}$ -Konzepts nach SEW 088 auf das Schweißen unlegierter und niedriglegierter Stähle mit unterschiedlichen Dicken, Schweißen und Schneiden 49 (1997): 499-506
- [8] voestalpine Steel Division: alform® welding system Folder. (2022). Verfügbar unter: <https://www.voestalpine.com/alform/Warum-alform-R/alform-R-welding-system> (abgerufen am 03.10.2022)
- [9] Ernst W., Simader-Marksteiner G., Wagner J., Rauch R., Schnitzer R.: Das alform® welding system ist die weltweit erste Systemlösung für hoch- und ultrahochfeste Schweißkonstruktionen. Schweiß- und Prüftechnik 10 (2012): 157-161