Elektronische Planungshilfe zur SN EN 378, Teile 1 und 3

Rolf Löhrer[1*], Silvan Steiger[2]

[1] Schweizerischer Verband für Kältetechnik, Vorsitzender Technische Kommission,
Eichistrasse 1, 6055 Alpnach Dorf, Schweiz
tk@svk.ch

[2] Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering, Wissenschaftlicher Assistent, Technikumstrasse 9, 8400 Winterthur, Schweiz
silvan.steiger@zhaw.ch

* Korrespondenzautor

Kurzfassung

Die EN 378 definiert für Kältesysteme unter anderem die Anforderungen an die maximale Kältemittelfüllmenge und die Sicherheitsausstattungen. Zu treffende Maßnahmen sind von verschiedensten Faktoren abhängig, die Umsetzung der Norm ist entsprechend anspruchsvoll und zeitintensiv. In einzelnen Bereichen lässt sie Interpretationsspielraum, welcher oftmals zu Fragen und Unsicherheiten führt. Bekannterweise ist die Anwendung der EN 378 freiwillig. Da sie jedoch fast immer Gegenstand von Werkverträgen ist und im Schadensfall auch als Stand der Technik herangezogen wird, hat dieses Regelwerk in der Branche Gesetzescharakter. Behördliche Richtlinien, welche die EN 378 teilweise übersteuern, machen den Umgang noch komplizierter. Aus diesen Hintergründen ist die Handhabung auch für versierte Fachleute teilweise schwierig. Manche Akteure sind bei der Umsetzung verunsichert und treffen dadurch schwer nachvollziehbare Entscheide.

In der Schweiz soll die elektronische Planungshilfe zur SN EN 378, Teile 1 und 3 Unklarheiten beseitigen sowie die Anwendung der Norm vereinfachen. Gespeist mit den nötigen Daten zeigt die Planungshilfe auf einen Blick, ob der Einsatz einer Kältemaschine oder Wärmepumpe zulässig ist. Die farbliche Darstellung der Tabellen C.1 und C.2 nach SN EN 378-1 sowie die fortlaufende Neuberechnung lassen schnelle Variantenvergleiche zu. Erstellte Berechnungen können in Projekten gespeichert werden und sind so jederzeit wieder abrufbar. Mit der Planungshilfe lassen sich ebenfalls Reports erstellen. Diese geben neben der Bewertung nach SN EN 378 auch Auskunft zu schweizerischen Gesetzen und Richtlinien, welche die Norm teilweise übersteuern. Sogenannte Tooltips geben Hilfestellungen zu den Programmelementen und legen Interpretationsspielräume klar offen. Somit haben User alle nötigen Informationen, um Entscheidungen schnell zu treffen. Gleichzeitig wird damit eine Vereinheitlichung im Umgang mit der Norm angestrebt.

Durch den serverbasierten Aufbau wird sichergestellt, dass alle User stets mit der aktuellen Normversion arbeiten. Schlussendlich sollen nicht nur Kältefachpersonen, sondern auch Vollzugsbehörden die Planungshilfe in ihrer täglichen Arbeit nutzen, was den Bewilligungsprozess beschleunigt.

Im Vortrag geben die Autoren einen Einblick in die Entwicklung der Planungshilfe und demonstrieren diese live.

Stichwörter:

EN 378, Planungshilfe, SVK, Norm

1 Einleitung

Wie bei allen Normen ist die Anwendung der EN 378 grundsätzlich freiwillig. Im Laufe der Zeit hat sie sich als bewährte Methode etabliert und bildet heute ein Kernelement der sicherheitstechnischen Planung von Kälteanlagen und Wärmepumpen. Aus diesem Grund ist die EN 378 heutzutage fast immer Gegenstand von Werkverträgen und wird im Schadensfall auch als Stand der Technik herangezogen. Sie hat in der Branche bereits Gesetzescharakter erlangt. Mit der F-Gas Verordnung findet in der EU ein Übergang zu natürlichen und somit oftmals brennbaren Kältemitteln statt, was in der Schweiz mit der ChemRRV adaptiert wird. Somit gewinnt die EN 378 im gesamten europäischen Raum weiter an Bedeutung.

Vordergründig definiert die EN 378 im ersten Teil anhand von Sicherheitsklasse, Aufstellungsort und Zugangsbereich die maximal zulässige Kältemittelfüllmenge einer Anlage. Bereits hier sind diverse Parameter notwendig, welche vorgängig gesammelt und/oder berechnet werden müssen. Abhängig von der Auswahl nach EN 378-1, Tabelle C.1/C.2 wird auf diverse Abschnitte in anderen Normteilen verwiesen, welche mit weiteren Entscheidungswegen, Grenzwerten und Berechnungen aufwarten. In einzelnen, auch vermeintlich einfachen Bereichen lässt sie Interpretationsspielraum, welcher oftmals zu Fragen und Unsicherheiten führt. Durch diesen Hintergrund ist das Arbeiten mit der EN 378 auch für versierte Fachpersonen teilweise schwierig und vor allem zeitaufwändig. Manche Akteure sind bei der Umsetzung verunsichert und treffen dadurch schwer nachvollziehbare Entscheide. Es ist auch oft Anlass dafür, auf bekannte Standardlösungen zurückzugreifen, anstatt z.B. natürliche Kältemittel vermehrt einzusetzen. Zur ohnehin großen Komplexität der EN 378 kommen in vielen Ländern, so auch in der Schweiz, diverse Richtlinien zum Einsatz. Diese auf Gesetzen basierende Dokumente übersteuern Teile der EN 378 und sind zwingend zu berücksichtigen (nachfolgend „mitgeltende Dokumente“ genannt).

Motivation zur Entwicklung einer elektronischen Planungshilfe war das gestiegene Anfragevolumen zur SN EN 378 bei der Technischen Kommission vom Schweizerischen Verband für Kältetechnik (SVK). Häufig gestellte Fragen und typische Unklarheiten sind in einem FAQ-Dokument notiert und öffentlich zugänglich. Jedoch beschäftigen sich Anwender der Norm oft auch mit kleineren Fragestellungen oder Unklarheiten zu spezifischen Bauvorhaben, welche das FAQ-Dokument nicht vollständig abdecken kann.

Zur Umsetzung wurde eine Arbeitsgruppe mit drei Parteien zusammengestellt. Die Technische Kommission des SVK übernahm die Projekteleitung und stellte kältetechnische Expertise zur Verfügung. Das Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften wurde als Bindeglied zwischen Kältetechnik und Programmierung beauftragt. GUI-Design und Programmierung führte die Posity AG durch. Die Arbeitsgruppe wurde zudem von den schweizerischen Bundesämtern für Energie (BFE) und Umwelt (BAFU) finanziell und fachlich unterstützt.

2 Programmentwicklung

2.1 Prüfung ähnlicher Softwarelösungen

Neben einer ausführlichen Bedarfsabschätzung wurden vor Projektbeginn bestehende Programme zur SN EN 378 analysiert. Im Allgemeinen zeigen diese Eigenschaften, welche dem heutigen Bedarf von Kältefachpersonen nicht (mehr) entsprechen. Alle untersuchten Programme besitzen eine lineare Programmführung: User geben Schritt für Schritt Parameter ein und treffen Entscheide, um zum Schluss die Bewertung für einen spezifischen Fall zu erhalten. Variantenvergleiche sind somit nur möglich, wenn das Programm mehrmals durchgearbeitet wird. Weiter wurden im Quellcode einiger Softwarelösungen Vereinfachungen entdeckt, über welche User nicht informiert sind. Somit wird der Arbeitsgang nach SN EN 378 teilweise inkorrekt oder zu grob abgehandelt.

2.2 Ziele der elektronischen Planungshilfe

Grundlage zur Entwicklung sind die Herausforderungen, mit welchen Akteure der schweizer Kältebranche hinsichtlich der SN EN 378 und mitgeltenden Dokumenten konfrontiert sind. Im Allgemeinen muss die SN EN 378, Teile 1 und 3 korrekt und möglichst vollständig abgebildet werden. Die Teile 2 und 4 wurden bewusst ausgelassen, da diese vorrangig Anlagenbauer betreffen, welche damit ohnehin gut vertraut sind. Falls die Teile 1 und 3 auf andere Normenabschnitte verweisen, wurden diese mit einbezogen.

Mit diesem Grundsatz wurden folgende Ziele für die Planungshilfe definiert:

- Vereinfachung des Arbeitsgangs mit der SN EN 378, Teile 1 und 3 sowie mitgeltenden Dokumenten
- Offenlegung von Unklarheiten und Widersprüchen der SN EN 378 für schnelle Entscheidungen
- Vereinheitlichung der Anwendung in der Schweiz: bei Akteuren der Kältebranche wie auch den Vollzugsbehörden
- Abbau von Hemmschwellen gegenüber natürlichen Kältemitteln (allen voran brennbare)
- Höhere Energieeffizienz von Anlagen aufgrund optimaler Kältemittelwahl
- Förderung von erhöhter Sicherheit für die jeweiligen Aufstellungsorte

2.3 Evaluation Softwarelösung

Zu Beginn wurde die Programmierumgebung evaluiert. Elektronische Hilfsmittel zur Berechnung, Planung und Durchführung von Kälteanlagen werden oft in Microsoft Excel erstellt. Einerseits ist es ein weit verbreitetes Programm mit nutzerfreundlicher Bedienoberfläche. Andererseits bietet die dazugehörige Programmiersprache Visual Basic for Applications (VBA) ein einfaches Werkzeug zur Abarbeitung komplexer Vorgänge. Diese Option wurde einer serverbasierten Datenbanklösung gegenübergestellt. Nachfolgend sind die wichtigsten Vor- und Nachteile beider Varianten aufgelistet:

Realisierung in Excel VBA

+ Durch Microsoft-Office Umgebung funktioniert die Planungshilfe auf Windows und Apple iOS
+ Die Programmierung der Planungshilfe benötigt keine vertieften Informatikkenntnisse
+ Offline-Nutzung der Planungshilfe möglich
+ Selbständige Erweiterungen und individuelle Anpassungen durch User sind möglich
- Tiefer Sicherheitsstandard: Quellcode und Kundendaten sind unzureichend geschützt
- Herausfordernde Versionsverwaltung: Stetige Gefahr, dass User mit alten oder fehlerhaften Programmversionen arbeiten
- Zugriffsberechtigungen sind nicht steuerbar und illegale Programmkopien einfach zu verteilen

Realisierung als serverbasierte Datenbanklösung

+ Zentrale Versionsverwaltung: User arbeiten immer mit aktueller Version, Korrekturen sind per Update automatisch verteilbar
+ Datensicherheit nach modernsten IT-Standards
+ Mehrnutzerbetrieb möglich
+ Zugriffsberechtigungen sind mittels Logins und User-Rollen einstellbar
+ Zentraler Backup von Programm und Daten
+ Durch modularen Aufbau vielseitig erweiterbar (Historisierung, Mehrsprachigkeit, weitere Arbeitsabläufe, neue Normversionen)
- In erster Version nur auf Windows verfügbar
- Benötigt nach Erstellung mehr Unterhalt (Funktionskontrollen, Programmsupport)
- Zur Anwendung ist eine Internetverbindung notwendig

Mit der Evaluation wurde die serverbasierte Lösung als zielführender Weg identifiziert. Abschliessender Entscheidungsgrund waren die heutigen Anforderungen von Kältefachpersonen. Deren Arbeitsablauf erfordert Flexibilität, Kooperationsmöglichkeiten sowie einen sicheren Umgang mit Kundendaten. Mit Excel VBA entstände pro Anlagenvariante ein separates File und dafür erfahrungsgemäß mehrere Versionen. Dies macht den Arbeitsablauf komplex und unflexibel. Weiter enthält Excel VBA veraltete Sicherheitsstandards: Jeglicher Passwortschutz von Dateien und VBA-Modulen wird Lokal gespeichert und ist einfach zu umgehen. Somit wäre der Quellcode im Endergebnis ungeschützt, was weitere Problematiken mit sich bringt. Mittels schadhaft eingeschleusten VBA-Codes ist es z.B. möglich, Zugriff auf ein Firmennetzwerk zu erlangen. Im Gegensatz dazu entspricht die beabsichtigte Serverlösung modernsten IT-Sicherheitsstandards. Unberechtigter Zugriff wie auch das Einschleusen

von schadhaftem Code sind praktisch ausgeschlossen. Der Serveraufbau ermöglicht eine zentrale Verwaltung des Programms. Korrekturen oder Änderungen aufgrund neuer Normversionen können schnell implementiert und automatisch auf alle User verteilt werden. Mehrere User haben Zugriff auf dieselben firmeninternen Projekte und können diese individuell bearbeiten.

2.4 Programmentwicklung

Zu Projektbeginn wurde ein ausführliches Pflichtenheft sowie ein dazugehöriger Softwareablauf erstellt. Im Pflichtenheft wurden alle Erwartungen aus Nutzersicht festgehalten, es enthält allgemeine Grundsätze, welchen das Programm entsprechen muss. Diese bestehen aus den Zielen nach Abschnitt 2.2, allgemeinen Programmeigenschaften sowie der groben Programmstruktur. Die wichtigsten Punkte sind nachfolgend aufgeführt:

- Die grafische Ausführung orientiert sich an der SN EN 378-1, Tabellen C.1 und C.2. Fürs einfache Verständnis werden Tabellenfelder im Ampelsystem (Zulässig, unter Auflagen Zulässig, nicht Zulässig) eingefärbt. Dem User wird somit eine Übersicht zu allen Möglichkeiten aus Zugangsbereich und Aufstellungsort ermöglicht.
- Bei Änderungen der Eingabeparameter wird das Ergebnis immer direkt berechnet. Durch direktes Feedback können User verschiedene Szenarien durchspielen und ein Gefühl für die aktuelle Bewertungssituation entwickeln.
- Hilfestellungen werden mittels Tooltips (Pop-Up Fenster beim Überfahren von Elementen) realisiert. Diese sollen Unklarheiten und Widersprüche offen darlegen, ohne eine bestimmte Entscheidungsrichtung zu suggerieren. Praktische Tipps aus dem offiziellen FAQ-Dokument dürfen einfließen, jedoch keine Erfahrungswerte einzelner Personen oder Unternehmen. Unklarheiten und Widersprüche der EN 378 werden mit der deutschen und österreichischen Kältefachschaft abgesprochen.
- Berechnungsfälle sind speicherbar: Es werden jeweils die Eingabedaten eines Projekts gespeichert, die jederzeit wieder abrufbar sind.
- Die Planungshilfe gibt zu jedem Berechnungsfall einen zusammenfassenden Report aus, welcher für weitere Arbeiten verwendbar ist. Dieser enthält neben den Projektdaten alle Eingabeparameter, Bewertungsergebnisse und weiterführende Hinweise zur SN EN 378 sowie mitgeltenden Dokumenten. Reports müssen vor Bearbeitung geschützt und allfällige Änderungen darin identifizierbar sein.
- Das Urheberrecht der SN EN 378 darf nicht verletzt werden. Es werden nur Auszüge des Normtexts und wo möglich Verweise auf entsprechende Normenabschnitte ausgegeben.
- Es soll die Möglichkeit bestehen, mit Kältemitteldaten von alten Normversionen nachzurechnen. Die älteste abrufbare Version ist die gültige SN EN 378 zum Zeitpunkt der Programmveröffentlichung.
- Um eine breite Anwendung in der Schweiz zu erreichen, soll die Planungshilfe vorerst in Deutsch und Französisch erscheinen. Weitere Sprachen sind möglich.

Mit dem Softwareablauf wurden Bewertungsabläufe der Norm detailliert und vor allem programmierfähig dokumentiert. Dieser diente als Anleitung zur Programmierung, wird aktuell als interne Dokumentation aufbewahrt und fungiert bei zukünftigen Programmerweiterungen als Gedankenstütze. Die Planungshilfe selbst wurde im Posity-Design-Studio (PDS) erstellt. PDS ist eine sogenannte Low-Code-Plattform, womit individuelle Software schnell und effizient programmierbar ist. Diverse vorgefertigte Bausteine (grafische Elemente, Datenbankkommunikation, User-Verwaltung, etc.) vereinfachen dabei die Entwicklung. Die Posity AG trägt das Label „swiss made software + hosted in switzerland“, somit finden die Softwareentwicklung und das Server-Hosting in der Schweiz statt. Alle Projekt- und Kundendaten sind auf einem Server in der Schweiz aufbewahrt und per Backup gesichert, der gesamte Datenverkehr zwischen Desktop-Clients und der Serverinfrastruktur erfolgt mit 128 bit SSL-Verschlüsselung.

2.5 Alpha- und Beta-Tests

Nach einer ersten Entwicklungsphase wurde die Alpha-Version der Arbeitsgruppe, den beteiligten Bundesämtern sowie ausgewählten Fachpersonen zum Test versendet. Fokus des Alpha-Tests war die Fehleridentifikation sowie das Sammeln erster Anwendungserfahrungen. Gefundene Fehler wurden korrigiert und Anpassungen zur Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit implementiert. Nach dieser Anpassungsrunde wurde die Beta-Version im SVK breit gestreut und mit einem Fragebogen begleitet. Speziell wurden auch Personen mit geringer Normerfahrung einbezogen, um deren Herausforderungen bei der Anwendung zu identifizieren. Auch hier wurden gewisse Verbesserungsvorschläge implementiert, bevor die Planungshilfe am 29. März 2022 definitiv veröffentlicht wurde.

3 Ergebnisse

Bild 1 zeigt das Organigramm eines Projekts in der elektronischen Planungshilfe, was jeweils die oberste Instanz des Programmablaufs darstellt. In jedem erstellten Projekt sind Daten wie Anlagendetails, Kundenadresse, etc. speicherbar. Typischerweise wird zu jeder Kälteanlage ein Projekt in der Planungshilfe erstellt.

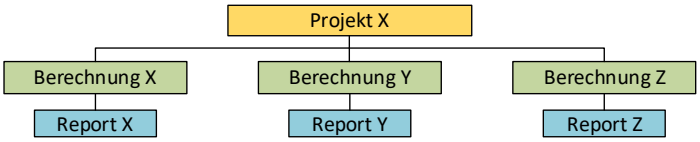

Bild 1: Organigramm eines Projekts in der elektronischen Planungshilfe

Jede gemachte Berechnung innerhalb des Projekts ist speicherbar. Hierbei werden alle Eingabeparameter in der Datenbank abgelegt und sind jederzeit wieder abrufbar. Zu jedem Berechnungsfall gehört ein Report, der alle Projekt- und Berechnungsdaten sowie die Bewertung selbst zusammenfasst.

Der Arbeitsablauf besteht aus drei Masken, welche unabhängig voneinander bearbeitet werden können. Bild 2 zeigt die Startmaske, womit User das Programm beginnen. Sie zeigt zur Übersicht das Projekt-Organigramm und erklärt, mit welchen der zwei weiteren Abschnitte das Projekt bearbeitet werden kann. Drei Buttons bieten abhängig vom Vorhaben den Direkteinstieg ins Programm.

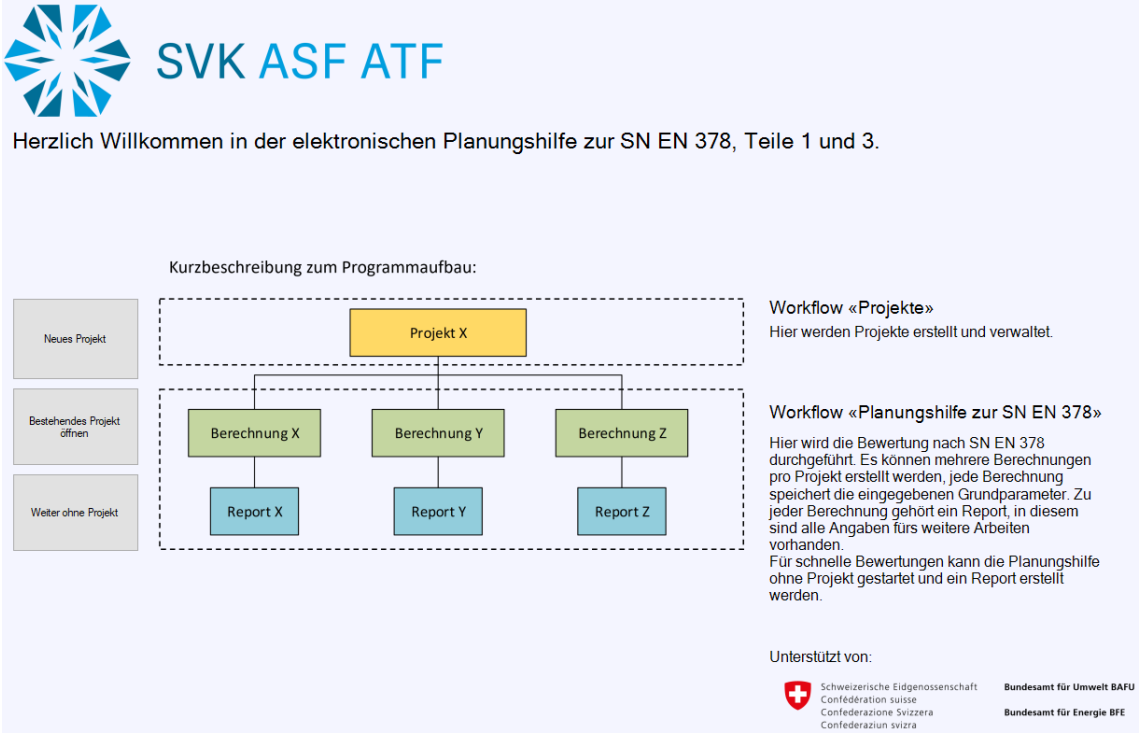

Bild 2: Screenshot der Startmaske

Folgende Direkteinstiege bietet die Startmaske:

„Neues Projekt“	Weiterleitung zur Maske „Projekte“, wo ein neues Projektelement erstellt wird. Anschliessend kann dafür die Planungshilfe gestartet werden.
„Bestehendes Projekt öffnen“	Weiterleitung zur Maske „Projekte“, wo ein bestehendes Projekt ausgewählt und dafür die Planungshilfe gestartet werden kann.
„Weiter ohne Projekt“	Für schnelle Berechnungen. Direkte Weiterleitung zur Maske „Planungshilfe zur SN EN 378“, wo ohne Projekt eine Berechnung durchführbar ist. Nachträglich kann diese Berechnung auch einem Projekt zugewiesen werden.

Der Hauptteil besteht aus der Maske „Planungshilfe zur SN EN 378“. Bild 3 zeigt hierzu als Beispiel einen Berechnungsfall für eine CO_2-Kälteanlage. Im oberen Bereich können Parameter eingegeben werden: Je mehr Parameter bekannt sind, desto vollständiger ist die Bewertung in der zugehörigen Tabelle im unteren Bereich. Wie das Bild zeigt, sind alle möglichen Zugangsbereich-Aufstellungsort-Varianten auf einen Blick ersichtlich. Per Mausklick auf die entsprechenden Buttons zum Standort wird die Schlussbewertung im mittigen Bewertungsfenster angezeigt. Vor allem bei brennbaren Kältemitteln, unter Anwendung von zwei Tabellen, ist dies unabdingbar.

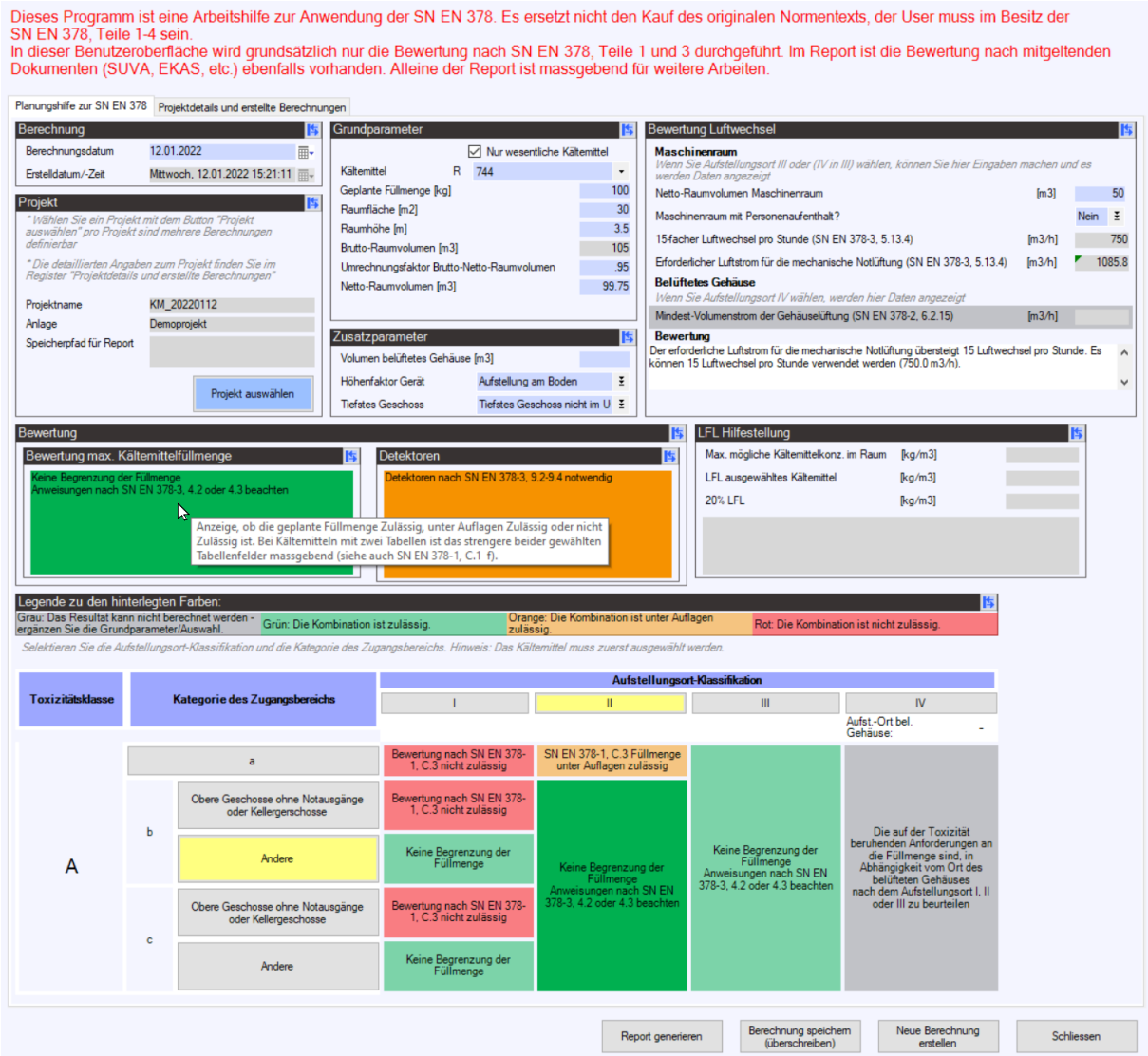

Bild 3: Screenshot der Maske „Planungshilfe zur SN EN 378“ mit angezeigtem Tooltip zum Bewertungsfenster

User können nach Belieben diesen Berechnungsfall überschrieben oder nach Werteänderung eine neue Berechnung speichern. Durch Veränderung der Eingabeparameter gibt die Bewertungstabelle direktes Feedback, wodurch User ein Gefühl für den Sachverhalt entwickeln können. Bei Überfahren der Programmelemente erscheinen Tooltips (siehe Cursor in Bild 3), welche dazu direkt Hilfestellung bieten. Um den Informationsfluss in einem vertretbaren Rahmen zu halten, werden nur die wichtigsten Daten angezeigt. Eine vollständige Bewertung mit allen Anforderungen an die Sicherheitsausstattungen sowie Hinweise zu mitgeltenden Dokumenten werden im Reportdokument zusammengefasst (siehe Anhang).

4 Zusammenfassung

Die elektronische Planungshilfe zur SN EN 378 bringt für Kältefachpersonen einige Vorteile. Langwierige Berechnungsvorgänge werden vom Programm übernommen, Variantenvergleiche und Parameteränderungen sind schnell umsetzbar. Per Tooltips werden Hilfestellungen direkt am richtigen Ort gegeben und legen Unklarheiten sowie Widersprüche klar offen, sodass die Anwender zu einer schnellen Entscheidungsfindung kommen. Durch den Umfassenden Report besteht jeweils ein handfestes Dokument, welches z.B. Bauherren vorgelegt werden kann. Nicht zuletzt soll dieser auch das Zulassungsverfahren durch Behörden vereinfachen und schweizweit vereinheitlichen.

Jedoch hat die Planungshilfe auch ihre Grenzen. Ein Programm kann nur Entscheide anhand messbarer Größen treffen, weshalb die User gewisse Entscheide nach wie vor selbst treffen müssen. Da die SN EN 378, Teile 1 und 3 originalgetreu abgebildet ist, bleibt eine gewisse Komplexität bestehen. Das Tool erleichtert das Arbeiten mit der Norm stark, setzt aber eine gewisse Kenntnis voraus. Absolute Anfänger erlernen den Umgang mit der SN EN 378 nur durch die Planungshilfe nicht, haben jedoch einen erleichterten Einstieg.

Für interessierte ist eine Demo-Version auf der Webseite des SVK verfügbar: https://www.svk.ch/de/Fachwissen/Planungshilfe-SN-EN-378

5 Danksagung

Die Autoren bedanken sich herzlich beim Bundesamt für Energie (BFE) und Bundesamt für Umwelt (BAFU) für ihre finanzielle sowie fachliche Unterstützung im Projekt. Ebenfalls gebührt der gesamten Arbeitsgruppe großer Dank für die angenehme und zielführende Zusammenarbeit.

6 Anhang

Auf den nachfolgenden Seiten ist der Report zum Beispiel nach Bild 3 dargestellt.

SVK ASF ATF
Schweizerischer Verband für Kältetechnik

Digitally signed by SVK/ASF/ATF

Report Arbeitshilfe zur SN EN 378

Version 2021.1

Allgemeine Hinweise

- Die Arbeitshilfe entbindet Anwender nicht von der Pflicht alle notwendigen und örtlich relevanten Auflagen bezüglich Aufstellungsort und Zugänglichkeit zu berücksichtigen. Die hierarchische Struktur der Gesetzgebung (Priorität Gesetz > Verordnung > Richtlinie > Norm) ist zu beachten
- Alle im Report ausgegebenen Massnahmen sind, wenn möglich u.a. mit Bauherren und Betreibern oder deren Vertretern zu besprechen
- Die Ausgaben des Reports haben nur Bezug auf die SN EN 378 und gelten nicht als Bewertung anhand ChemRRV. Dazu muss eine separate Analyse nach ChemRRV erstellt werden
- Alternativ zur SN EN 378 ist immer auch eine ausführliche Risikobetrachtung möglich (ISO 31000)
- Für weitere Fragen zur Norm steht das Dokument „FAQ Fragen zur SN EN 378" auf der Webseite des SVK zur Verfügung
- Der Abschnitt SN EN 378-1, C.2.2 (besondere Anforderungen an mobile Geräte) ist nicht berücksichtigt
- Berechnungen für dauerhaft geschlossene Sorptionsanlagen sind nicht berücksichtigt
- Folgende Dokumentversionen liegen der Berechnung dieses Reports zugrunde:
  - SN EN 378-1+A1:2021-02
  - SN EN 378-2:2017-05
  - SN EN 378-3+A1:2021-02
  - SN EN 378-4+A1:2020-04
  - EKAS 6516.d – 01.17
  - EKAS 6517.d – 12.17
  - EKAS 6507.d – 4.12
  - VKF Lufttechnische Anlagen / 25-15de, 01.01.2017
  - VKF Wärmetechnische Anlagen / 24-15de, 01.01.2017
  - VKF Weitere Bestimmungen / 40-15de, 21.04.2016
  - SUVA Merkblatt Publikationsnummer 66139.d
  - Bericht «Störfallvorsorge bei Kälteanlagen», Stand: Mai 2015

Projektdaten

Datum

Erstellung	23.09.2022 15:01
Berechnung	23.09.2022

Ersteller
Müller Kältetechnik
Hans Müller
Koelkastgasse 290
9652 Frisch
052 563 00 00
hans.müller@muellerkälte.ch

Bemerkungen
Vorgabe natürliches Kältemittel
Anlage steht nicht im Firmenhauptsitz

Projekt
KM_20220112
Kältemaschine nach Offerte 20220112
Kältestrasse 34
8600 Frigo

Anlage
Demoprojekt
Ersatz der Kältemaschine

Kunde
Tiefkühlwaren Meier AG
Frieda Meier
Fryserstrasse 19
8404 Kaltheim
044 940 00 00
frieda.meier@tkmeier.ch

SVK ASF ATF
Schweizerischer Verband für Kältetechnik

Grundparameter

Kältemittel	**R744**				
Geplante Füllmenge	100	kg	LFL	-	kg/m^3
Praktischer Grenzwert	0.1	kg/m^3	RCL	0.072	kg/m^3
ATEL/ODL	0.072	kg/m^3	In der Luft stabil?	Nein	
Fluidgruppe PED	2		Total GWP	100	kg CO_2 eq.
Höhenfaktor Gerät	Aufstellung am Boden		Tiefstes Geschoss	Tiefstes Geschoss nicht im UG	
Höhenfaktor	0.6		Raumvolumen Brutto	105	m^3
Raumfläche	30	m^2	Umrechnungsfaktor	0.95	
Raumhöhe	3.5	m	Raumvolumen Netto	99.75	m^3

Berechnung

Feldauswahl

Toxizitätsklasse	A	Brennbarkeitsklasse	1
Kategorie des Zugangsbereichs	b	Aufstellungsort-Klassifikation	II
Zusatz Toxizität	Andere		
Zusatz Brennbarkeit	-		

Füllmenge zulässig

Füllmenge mit zusätzlichen Massnahmen zulässig

Füllmenge nicht zulässig

Bitte beachten Sie mögliche Angaben zur Feldauswahl sowie Hinweise zu mitgeltenden Dokumenten auf der nächsten Seite.

SVK ASF ATF
Schweizerischer Verband
für Kältetechnik

Angaben und Hinweise

Angaben Feldauswahl

- Anweisungen nach SN EN 378-3, 4.2 (Kältetechnische Komponenten für die Aufstellung im Freien) oder 4.3 (Kältetechnische Komponenten für die Aufstellung in einem Maschinenraum) beachten
- Bei Aufstellung in Maschinenraum: Anweisungen nach SN EN 378-3, 5.1-5.14 (Maschinenräume) beachten
- Der erforderliche Luftstrom für die mechanische Notlüftung übersteigt 15 Luftwechsel pro Stunde. Es können 15 Luftwechsel pro Stunde verwendet werden (750.0 m3/h). Berechnet nach SN EN 378-3, 5.13.4 (Erforderlicher Luftstrom für die mechanische Notlüftung).
- Häufig verwendete Kältemittel mit Ausnahme von R717 sind schwerer als Luft. Stillstehende Ansammlungen von Kältemitteldämpfen sollten mit geeigneter Positionierung von Zulufteinlässen und Fortluftöffnungen vermieden werden (weitere Informationen in SN EN 378-1, Einleitung).
- Detektoren nach SN EN 378-3, 9.2-9.4 notwendig

Hinweise zu mitgeltenden Dokumenten

- Die geplante Anlage kann abhängig vom Gefahrenpotential des Kältemittels der Störfallverordnung unterliegen. Beachte Bericht "Störfallvorsorge bei Kälteanlagen", Seiten 17-28 sowie "Mengenschwellen gemäss Störfallverordnung" vom BAFU (Basierend auf Störfallverordnung (SR 814.012), Anhang 1.1) » Bei Ungewissheit ist der Einbezug der Behörden empfohlen.
- Siehe VKF 24-15 (Wärmetechnische Anlagen), VKF 40-15 (Weitere Bestimmungen) sowie SN EN 378-3, Artikel 5.1-5.13

Unterstützt vom Bundesamt für Energie und Bundesamt für Umwelt
Erstellt in Zusammenarbeit mit dem ZHAW Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering sowie der Posity AG.

SVK ASF ATF
Schweizerischer Verband für Kältetechnik

Visualisierung Tabellenfelder

Toxizitätsklasse	Kategorie des Zugangsbereichs		Aufstellungsort-Klassifikation			
			I	II	III	IV
A	a		Bewertung nach SN EN 378-1, C.3 nicht zulässig	SN EN 378-1, C.3 Füllmenge unter Auflagen zulässig	Keine Begrenzung der Füllmenge Anweisungen nach SN EN 378-3, 4.2 oder 4.3 beachten	Die auf der Toxizität beruhenden Anforderungen an die Füllmenge sind, in Abhängigkeit vom Ort des belüfteten Gehäuses nach dem Aufstellungsort I, II oder III zu beurteilen
	b	Obere Geschosse ohne Notausgänge oder Kellergeschosse	Bewertung nach SN EN 378-1, C.3 nicht zulässig	**Keine Begrenzung der Füllmenge Anweisungen nach SN EN 378-3, 4.2 oder 4.3 beachten**		
		Andere	Keine Begrenzung der Füllmenge			
	c	Obere Geschosse ohne Notausgänge oder Kellergeschosse	Bewertung nach SN EN 378-1, C.3 nicht zulässig			
		Andere	Keine Begrenzung der Füllmenge			

Unterstützt vom Bundesamt für Energie und Bundesamt für Umwelt
Erstellt in Zusammenarbeit mit dem ZHAW Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering sowie der Posity AG.