

IHRE EXPERTEN FÜR CHEMIE

PRODUKTBESCHREIBUNG

KONZENTRATIONEN

VERPACKUNGEN



Produktion • Vertrieb • Beratung



Fordern Sie Ihr Angebot für
Luft- und Seefrachtlieferungen
zu internationalen Destinationen an



Besuchen Sie unsere Website für
Wärmeübertragungsmedien / Korrosionsschutzmittel
Dichtungsmittel / Chemikalien



Kontaktieren Sie uns
Telefon: +49 (0) 069 40 100 4 -42
EMAIL: WAERMETRAEGER@BRENNTAG.DE

WÄRMETRÄGERFLÜSSIGKEIT FÜR DIE PHARMA- UND LEBENSMITTELINDUSTRIE

PRODUKTBESCHREIBUNG

Patro L ist eine hellblau eingefärbte, klare Flüssigkeit, die als Kühlsole und Wärmeträgerflüssigkeit in der Lebensmittelindustrie und der Pharmazie eingesetzt wird. Einsatzgebiete sind z.B. Brauereien, Molkereien, Speiseeisfabriken, Tiefkühlketten und Fischverarbeitungsbetrieben.

Das Produkt ist nitrit-, amin-, borat-, silikat- und phosphatfrei inhibiert.

Produkteigenschaften

Parameter	Wert
Produktbasis	1,2-Propylenglykol mit Korrosionsschutzadditiven
Aussehen	klare blaue Flüssigkeit
Mindestkonzentration	25% v/v (Kälteschutz: -10°C)
Dauereinsatztemperaturen	ca. -25 bis +150°C

TABELLE 1: Allgemeine Produkteigenschaften von Patro L.

Physikalische Kennwerte

Parameter	Einheit	Bestimmungsmethode	Wert
Dichte (20°C)	g/cm ³	DIN 51757	ca. 1.043
Brechungsindex (20°C)		DIN 51423, part 2	ca. 1.432
pH-Wert		DIN 51369 (Patro L : Wasser =1:2)	ca. 8.6
Reservealkalität	ml (HCl) 0.1 m	ASTM D 1121	min. 4
Siedepunkt (1013 mbar)	°C	ASTM D 1120	ca. -155
Stockpunkt	°C	DIN 51583	ca. -58
Kinematische Viskosität (20°C)	mm ² /s	DIN 51562	ca. 59
Oberflächenspannung (20°C)	mN/m	ASTM D 1331 (Patro L : Wasser =1:2)	ca. 47
Spez. el. Leitfähigkeit (20°C)	muS/cm	Patro L : Wasser =1:2	appr. 2700
Spezifische Wärme (20°C)	kJ/kg K		ca. 2.5
Wärmeleitfähigkeit (20°C)	W/m K		ca. 0.21

TABELLE 2: Allgemeine Produkteigenschaften von Patro L. Datenquelle: Eigene Messungen bzw Literaturangaben.

Chemikalienrechtliche Konformitätserklärung - REACH

Brenntag erklärt, dass sämtliche von Brenntag in der EU vermarkteten Produkte, Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse im Sinne des Art. 3 Ziffer 1-3 der Verordnung (EU) 1907/2006 in Übereinstimmung mit allen geltenden chemikalienrechtlichen Vorschriften geliefert werden, insbesondere in Übereinstimmung mit der REACH-Verordnung (EG).

Die oben aufgeführten Kennwerte dienen der Produktbeschreibung. Sie gehören nicht zur Lieferspezifikation. Die aktuell gültige Produktspezifikation kann auf Anfrage angefordert werden.

Anwendungsmöglichkeiten und allgemeine Anwendungshinweise

Patro L besitzt als Kälte- und Wärmeübertragungsmedium gleich mehrere Funktionen. Zum einen sorgt es dafür, dass die wässrige Lösung bei der geforderten Soletemperatur flüssig bleibt. Darüber hinaus schützt Patro L alle Metallkomponenten im Kühlsystem vor einer möglichen Korrosion. Als Basis für den Frostschutz dient das toxikologisch unbedenkliche 1,2-Propylenglykol infolge seiner hohen Siedetemperatur von etwa 187°C erfolgen keine Verluste durch Verdunsten.

Zu den einzelnen Einsatzgebieten können folgende Hinweise gegeben werden:

- Systeme mit Patro L-Wassermischungen sollten nach einer Leckage erneut nur mit einem Patro L-Wassergemisch der gleichen Konzentration aufgefüllt werden.
- Aus den Anforderungen aus Wasserhaushaltsgesetz und Anlagenverordnung ergibt sich die Forderung nach einer Sicherheitsauffangwanne, um im Leckagefall austretende wassergefährdende Stoffe wie Glykol zurückzuhalten. Diese müssen im Aussenbereich Niederschlagswasser abführen und die aus der Anlage entweichenden Stoffe zurückhalten.
- Obwohl Patro L in jedem Verhältnis mit Wasser mischbar ist, sollten bei Anlagen mit Umwälzpumpen etwa zwei Drittel der erforderlichen Wassermenge vorgelegt werden. Durch Inbetriebnahme des Kreislaufs wird vollständige Durchmischung erreicht, was je nach System auch mehrere Tage dauern kann.
- Die entscheidenden Wärmedurchgangszahlen ändern sich bei den gebräuchlichen Patro L-Zusätzen gegenüber Leitungswasser allein nur geringfügig, wenn die Wärmeübertragung über Flächenheizkörper an die Raumluft erfolgt. In diesem Falle ist die austauschbare Wärmemenge bei einem Patro L-Wassergemisch und Wasser allein praktisch gleich gross, so dass die Tauscherflächen nicht geändert werden müssen. Da Patro L-Wassermischungen eine höhere Viskosität und Dichte besitzen, muss mit einem höheren Druckabfall beim Durchströmen von Rohrleitungen usw. gerechnet werden.
- Bei der Anlagenmontage sind nur chloridfreie Lötmittel zu verwenden.
- Anlagen, die nur vorübergehend mit Patro L betrieben wurden (z. B. zur Frostsicherung im Winterbau), müssen vor einem erneuten Befüllen mit Wasser mehrfach sorgfältig gespült werden. Somit wird vermieden, dass Produktreste aufgrund der unzureichenden Inhibitorenkonzentration verstärkt Korrosion erzeugen können.
- Nach einer erfolgten Druckprüfung mit Wasser oder Patro L-Wassergemisch sollten Anlagen im befüllten Zustand belassen werden, um Lochkorrosion an der Phasengrenze Flüssigkeit/Luft zu vermeiden.
- Entleerte Systeme sollten innerhalb weniger Tage wieder befüllt werden. Vor einer Befüllung mit Patro L-Wassergemisch ist eine sorgfältige Begutachtung des Korrosionszustandes der Anlage durch den Betreiber durchzuführen. Gegebenenfalls sind Massnahmen zu ergreifen, die eine einwandfreie, saubere Metalloberfläche sicherstellen. Korrodierte Anlagen mit Rostansatz können später auch mit Patro L nicht mehr korrosionssicher betrieben werden, da es zu einer ungleichmässigen Inhibierung des Metalls und zu einem vorzeitigen Inhibitorenverbrauch kommen kann.
- Enthält ein bisher mit Salzlösung oder Wasser betriebenes Kühl- oder Heizsystem eine Patro L-Füllung, so kann dessen geringere Oberflächenspannung und die damit verbundene rostablösende Wirkung bereits vorhandene Korrosionsschäden als Leckage sichtbar werden lassen. Ältere Anlagen sollten daher eingehend überprüft und vor dem Befüllen rostfrei gespült bzw. gebeizt werden. Nur eine sorgfältige Abdichtung bietet die Gewähr für eine einwandfreie Funktion der Anlage und vermeidet kostspielige Verluste.

Kühlkreisläufe

Als Kälteübertragungsmedium hat Patro L eine doppelte Aufgabe zu erfüllen. Bei der gewünschten Soletemperatur muss die wässrige Lösung flüssig bleiben, und gleichzeitig die Metalle des Kühlsystems vor Korrosion schützen.

War das Kühlsystem bisher mit einer Kühlsole auf Salzbasis gefüllt, so ist eine gründliche Spülung der Anlage und anschliessend mehrmalig mit Wasser erforderlich, um Salzreste und Rostteilchen zu entfernen. Bei chloridreichen Solen ist diese Spülung besonders gründlich durchzuführen, da eventuell in der Anlage zurückgebliebene Reste die Korrosionsschutzwirkung von Patro L herabsetzen können.

Wird nur einer von mehreren Sekundärkreisläufen auf Patro L umgestellt, während die übrigen mit der bisherigen Sole weiterarbeiten, dann ist für eine sichere Trennung beider Kühlmedien Sorge zu tragen. Der Einbau einer Steckscheibe kann auf die Dauer nicht genügend Sicherheit bieten.

Schwerkraftanlagen

Für reine Schwerkraftanlagen ist Patro L mit Wasser vor der Einfüllung zu mischen. Dies empfiehlt sich auch dann, wenn der Frostschutz ab sofort wirksam sein soll.

Warmwasserheizungen

Die Verwendung von Patro L in geschlossenen Warmwasserheizungen hat den Vorteil, dass die gesamte Anlage oder Teile davon auch bei Frost abgeschaltet werden können und trotzdem jederzeit funktionsbereit sind. Nach restloser Entleerung des alten Heizungswassers ist das gesamte System gründlich mit Wasser zu spülen, um lose Rostteilchen zu entfernen.

In Heizungsanlagen vorhandene, geringfügige Undichtigkeiten – eventuelle Korrosionsschäden – können nach Übergang auf Patro L-Wassermischungen sichtbar werden. Diese Wassergemische besitzen eine geringere Oberflächenspannung als reines Wasser. Sollte in einem derartigen Fall ein Nachziehen der Verbindungen keine Abhilfe bringen, so muss der betreffende Teil der Anlage entleert und das Patro L-Wassergemisch aufgefangen werden.

Wärmepumpenanlagen

In Wärmepumpenanlagen wird Patro L als Wärmeträgerflüssigkeit in Aussenkreisläufen eingesetzt, wobei das Patro L-Wassergemisch die Wärme an den Innenkreislauf der Wärmepumpe abgibt. Aus Gründen der Korrosionssicherheit darf die Anwendungskonzentration 25 Vol.-% Patro L nicht unterschreiten.

Frostsicherheit

Die Frostsicherheit ist abhängig vom Mischungsverhältnis mit Wasser. Die Mindesteinsatzkonzentration an Patro L beträgt 25 Vol.-%. Ebenfalls entmischen sich homogene Gemische aus Patro L und Wasser nicht. Patro L ist stets mit Wasser verdünnt einzusetzen.

Einsatzkonzentration

Der Patro L-Anteil in einer Kühlsole bzw. Heizflüssigkeit darf nicht weniger als 25 Vol.-% betragen. Das entspricht einer bis -10 °C frostsicheren Lösung. Unterhalb dieser Konzentration kann es zu Wachstum von Mikroorganismen in der Sole kommen, welche zu organischen Ablagerungen und mikrobiell induzierter Korrosion führen können.

In der Praxis hat sich ein Frostschutz für folgende Temperaturbereiche als ausreichend erwiesen:

System	Frostsicherheit
Warmwasserheizungen	ca. -10 bis -20°C
Sonstige Außenkreisläufe in Verbindung mit Wärmepumpen	ca. -20 bis -25°C
Kühlanlagen	ca. -10 bis -40°C
Erdkollektoren in Verbindung mit Wärmepumpen	ca. -10 bis -15°C

TABELLE 3: Frostsicherheiten ausgewählter Bereiche

MATERIALVERTRÄGLICHKEITEN

Patro L enthält Korrosionsinhibitoren, welche die Metalle der Kühl- und Heizsysteme, auch bei Mischinstallation, dauerhaft vor Korrosion schützen. Zur Überprüfung der Wirksamkeit der dem Patro L beigefügten Inhibitoren kommt vorwiegend folgende, in Fachkreisen bekannte Korrosionsprüfmethode zur Anwendung:

ASTM D 1384 (American Society for Testing and Materials)

Die nachstehende Tabelle zeigt die vergleichsweise geringe Gewichtsveränderung von in Kühlsystemen gebräuchlichen Metallen durch ein mit Wasser auf ca. -15°C eingestelltes Patro L im Vergleich zu einem 1,2-Propylenglykol-Wassergemisch. Die tabellarisch wiedergegebenen Zahlenwerte, ermittelt unter Anwendung der ASTM-Methode D 1384, stellen die infolge von Korrosion entstandenen Metallabträge nach 336 h bzw. 3000 h in g/m² dar: Korrosion von Metallen in g/m², geprüft nach ASTM D 1384 (88°C / 6l Luft/h):

Material	PrG ^a	Patro L ^b 1000h	Duchschnittliche Gewichtsveränderung
Kupfer	-2.8	-0.7	10
Weichlot (WL 30)	-135	-1.1	30
Messing (MS 63)	-7.6	-1.2	10
Stahl (C 15)	-152	+0.1	10
Grauguß (GG 22)	-273	+0.9	10
Aluguß (AlSi ₆ Cu ₃)	-16	-0.5	30

TABELLE 4: Materialverträglichkeit von Patro L gemäss ASTM D 1384: a = 1,2-Propylenglykol 1:2 Wassergemisch ohne Inhibitoren - b = Patro L 1:2 Wassergemisch

Glykol-Wassergemische ohne Zusatz von Inhibitoren sollten wegen der korrosionsfördernden Eigenschaften nicht verwendet werden.

Verzinkte Leitungen sind nach Möglichkeit zu vermeiden, da alle Glykol-Wassermischungen Zink unter Bildung von unlöslichem Zinkglykolat anlösen. Der unter der Zinkschicht befindliche Stahl wird jedoch durch die anwesenden Korrosionsinhibitoren geschützt.

Nicht beständig sind Polyurethan-Elastomere, Weich-PVC sowie Phenol-Formaldehydharze. Als Stopfbuchsendichtungen können Graphitschnüre und für Rohrgewindeverbindungen auch Hanf verwendet werden.

Für Rohrgewindeverbindungen, bei denen Hanf mit verwendet wird, hat sich ein Bestreichen mit Fermit® bzw. Fermitol® (Nissen & Volk GmbH) bewährt. Bei Dichtbändern aus Polytetrafluorethylen (PTFE) kann es fallweise zu Undichtigkeiten kommen.

Das Material für die Druckausgleichsgefässe, z. B. Flexcon® (Flamco), zeigte bei der Prüfung und im jahrelangen praktischen Betrieb keine Beeinflussung durch Patro L-Wassermischungen. Bei der Wahl der Umwälzpumpen ist zu beachten, dass sie für den Betrieb mit Frostschutzmitteln geeignet sind. Pumpenbauteile, die z. B. aus Werkstoffen auf der Basis von Phenolharzen hergestellt sind, erfüllen diese Anforderung nicht.

Nachstehend genannte Kunststoffe und Elastomere eignen sich nach Literaturangaben und den Ergebnissen eigener Versuche und Erfahrungen für Bauteile, die mit Patro L-Wassermischungen üblicher Konzentration in Verbindung kommen:

Material	Materialcode	Beispiel
Polyethylen vernetzt	CPE	Rautherm (Rehau), Polytherm (Hewing)
Polybuten	PB	Rhiatherm (Simona)
Polyvinylchlorid hart	uPVC	n.a.
Polytetrafluorethylen	PTFE	Hostaflon (Dyneon)
Polyamid	PA	n.a.
Polyesterharze	UP	n.a.
Polyacetal	POM	Hostaform (Dyneon)
Acrylnitril-Butadien-Styrol	ABS	COOL-FIT (Georg Fischer)
Olefinkautschuk	EPDM	Buna AP (Bayer)
Naturkautschuk bis 80°C	NR	n.a.
Styrolbutadienkautschuk bis 100°C	SBR	n.a.
Butylkautschuk	IIR	n.a.
Fluorkarbon-Elastomere	FPM	Viton (Du Pont)
Silikonkautschuk	Si	Elastosil (Wacker)
Nitrilkautschuk	NBR	Perbunan (Bayer)
Polychlorbutadien-Elastomere	CR	Neopren (Du Pont)
Polypropylen	PP	Hostalen PPH 2222 (Dyneon)
Polyethylen, hart	HDPE	n.a.
Polyethylen, weich	LDPE	n.a.

TABELLE 5: Geeignete Kunststoffe und Elastomere für Bauteile, die mit Patro L-Wassermischungen in Berührung kommen

Bitte beachten Sie die Spezifikationen und Materialverträglichkeiten der jeweiligen Hersteller dieser Polymere und Elastomere.

SERVICE UND ÜBERWACHUNG

Erfahrungsgemäss ist Patro L in Anlagen über viele Jahre gebrauchsfähig. Dennoch sollte einmal im Jahr die Patro L-Konzentration in der Anlage kontrolliert werden. Diese Kontrolle ist auch dann ratsam, wenn Flüssigkeit nachgefüllt wird. Der Fachhandel hält dafür Frostschutzprüfer bereit.

Ausserdem sollte in zweijährigen Abständen die Funktionstüchtigkeit der Patro L-Wassermischung überprüft werden.

SICHERHEIT UND HANDHABUNG

Der Propylenglykolanteil im Patro L beträgt über 90% neben etwas Wasser sowie organischen und anorganischen Additiven, die in ausgewogener Kombination als Korrosionsinhibitoren auf lange Zeit wirksam sind.

Patro L ist nach der üblichen Einstufung als toxikologisch unbenklich zu bezeichnen. Das Produkt wird als Kühlsole und Wärmeträgerflüssigkeit in Wärmepumpenanlagen und im Lebens- und Genussmittel-/Pharmaziesektor verwendet, wo ein Kontakt mit Brauch- oder Trinkwasser nicht völlig ausgeschlossen werden kann.

Patro L enthält als Basisprodukt das toxikologisch unbedenkliche 1,2-Propylenglykol, das von der FDA (Food and Drug Administration, gemäss. § 184.1666 des Federal Register vom 1.4.1985) zugelassen ist. In den USA ist gemäss § 184.1666 des Federal Register vom 1.4.1985 Propylenglykol als allgemein unbedenklicher Lebensmittelzusatzstoff erlaubt. Zusätzlich ist 1,2-Propylenglykol als Lösungs- und Extraktionsmittel gemäss Lebensmittel-Zusatzstoffverkehrsordnung vom 10.7.1984 (BG B1.I. S. 897), Anlage 2, Liste 2 zugelassen.

1,2-Propylenglykol ist gemäss Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe in die Wassergefährdungsklasse WGK 1 (schwach wassergefährdend) eingestuft. Dies gilt auch für Mischungen von Patro L mit Wasser.

Patro L-Wassergemische zeigen in einem Konzentrationsbereich bis zu 1000 mg/l keine akute Schädigung bei Fischen und Bakterien. Sie sind biologisch leicht abbaubar.

Patro L-Wassermischungen haben weder einen Flamm- noch einen Brennpunkt.

Die Entsorgung gebrauchter Patro L-Wassermischungen kann unter Beachtung der örtlichen Vorschriften erfolgen. gemäss der 2. allgem. Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz vom 10.04.1990 hat eine Wiederverwertung Vorrang vor Entsorgung. Das Produkt ist recyclingfähig.

DICHTE

Der Grundstoff von Patro L ist Monopropylenglycol. Dieser mehrwertige Alkohol besitzt eine höhere Dichte als Wasser. Aus diesem Grunde erhöht sich die Dichte der Patro L-Wassermischung mit Erhöhung der Konzentration von Patro L.

Da die Dichte in einem direkten Verhältniss zur kinematischen Viskosität steht, vergrößert sich die kinematische Viskosität ebenfalls bei Erhöhung der Konzentration von Patro L. Dies muss bei der Einstellung der Frostsicherheit berücksichtigt werden.

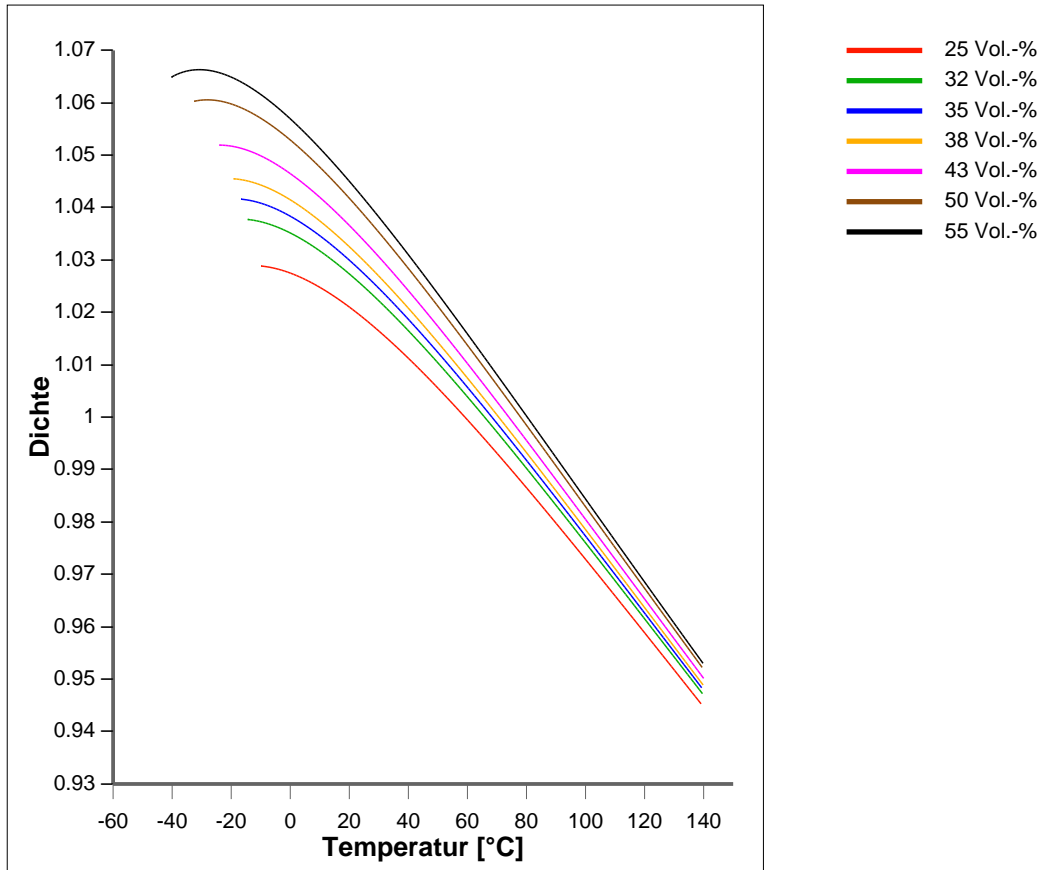


DIAGRAMM 1: Temperaturabhängigkeit der Dichte für ausgewählte Patro L Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]																
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
25				1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.97	0.97	0.96
32				1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97	0.96
35				1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97	0.96
38			1.05	1.04	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.97	0.96
43			1.05	1.05	1.05	1.04	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.97
50		1.06	1.06	1.06	1.05	1.05	1.04	1.04	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97
55	1.06	1.07	1.06	1.06	1.06	1.05	1.05	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97

TABLE 6: Dichte ausgewählter Patro L Konzentrationen

SPEZIFISCHE WÄRME

Die spezifische Wärmekapazität gibt an, wieviel Wärme von einem Stoff aufgenommen oder abgegeben werden muss, damit sich die Temperatur von 1kg des Stoffes um 1 Grad Celsius ändert.

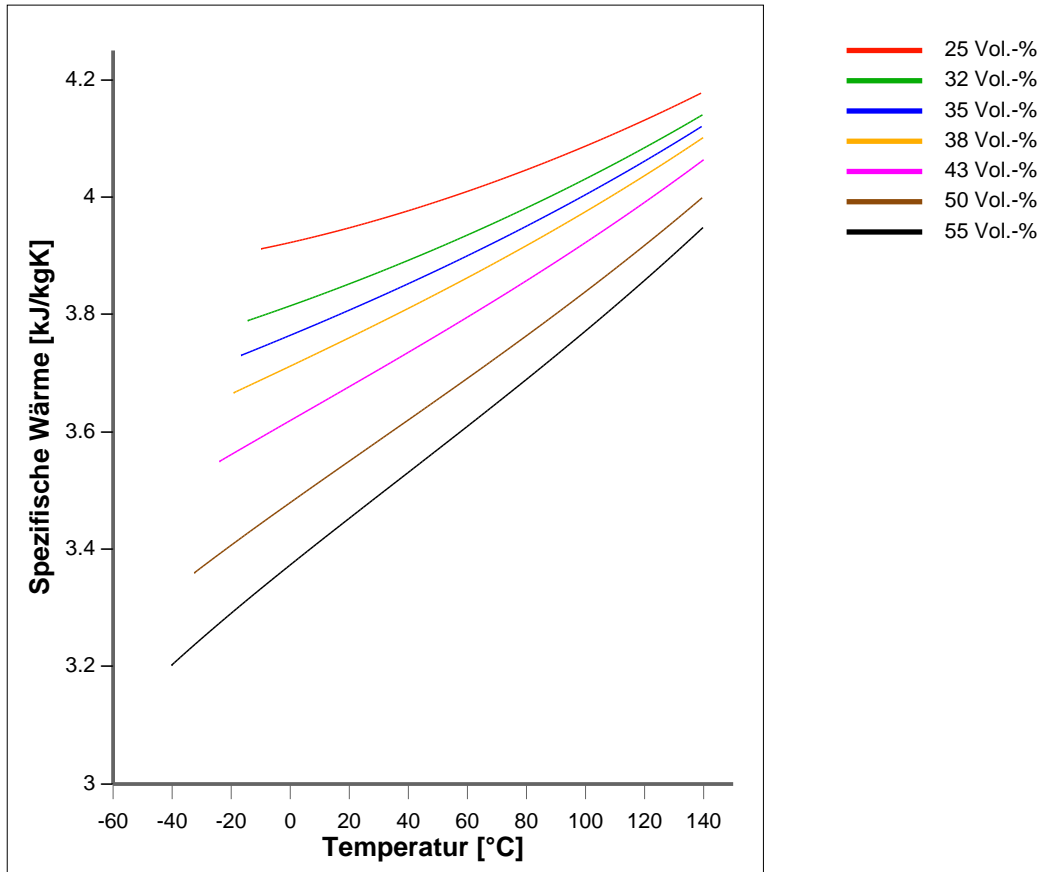


DIAGRAMM 2: Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme für ausgewählte Patro L Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]																
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
25				3.91	3.92	3.93	3.95	3.96	3.98	3.99	4.01	4.03	4.05	4.07	4.09	4.11	4.13
32				3.80	3.81	3.83	3.85	3.87	3.89	3.91	3.94	3.96	3.98	4.01	4.03	4.06	4.08
35				3.74	3.76	3.79	3.81	3.83	3.85	3.88	3.90	3.93	3.95	3.98	4.00	4.03	4.06
38			3.66	3.69	3.71	3.74	3.76	3.79	3.81	3.84	3.86	3.89	3.92	3.95	3.98	4.01	4.04
43			3.56	3.59	3.62	3.65	3.68	3.71	3.74	3.77	3.80	3.83	3.86	3.89	3.92	3.96	3.99
50		3.37	3.41	3.44	3.48	3.52	3.55	3.59	3.62	3.66	3.69	3.73	3.76	3.80	3.84	3.88	3.92
55	3.20	3.25	3.29	3.33	3.37	3.41	3.45	3.49	3.53	3.57	3.61	3.65	3.69	3.73	3.77	3.81	3.86

TABLE 7: Spezifische Wärme ausgewählter Patro L Konzentrationen

WÄRMELEITFÄHIGKEIT

Die Wärmeleitfähigkeit ist die Eigenschaft eines Materials, Wärme zu leiten. Die Wärmeübertragung erfolgt bei Materialien mit niedriger Wärmeleitfähigkeit mit einer geringeren Geschwindigkeit.

Entsprechend werden Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit wie Patro L als Wärmeübertragungsmedium verwendet. Die Wärmeleitfähigkeit eines Materials ist von der Anwendungstemperatur abhängig. Der Kehrwert der Wärmeleitfähigkeit wird als thermischer Widerstand bezeichnet.

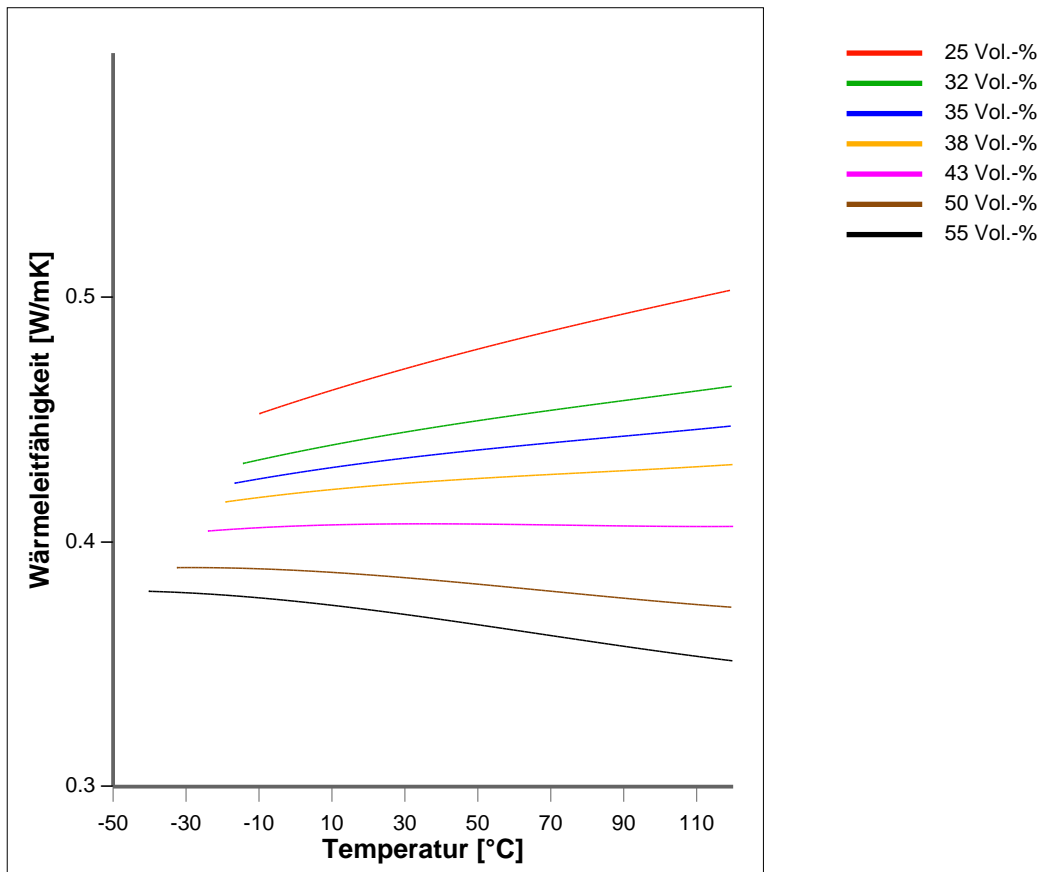


DIAGRAMM 3: Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit für ausgewählte Patro L Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]																
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
25				0.45	0.46	0.46	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49	0.50	0.50	0.50
32				0.43	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
35				0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45
38			0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
43			0.40	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
50		0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37
55	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35

TABLE 8: Wärmeleitfähigkeit ausgewählter Patro L Konzentrationen

KUBISCHER AUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT

Der Wärmeausdehnungskoeffizient ist ein Kennwert, der das Verhalten eines Stoffes bezüglich Veränderungen seiner Abmessungen bei Temperaturveränderungen beschreibt. Der hierfür verantwortliche Effekt ist die Wärmeausdehnung. Die Wärmeausdehnung ist eine stoffspezifische Materialkonstante und vom verwendeten Stoff abhängig.

Der Ausdehnungsfaktor in Kühlanlagen ist höher, wenn dem Wasser Frostschutzmittel zugegeben wird, und ist somit abhängig vom Mischungsverhältniss. Bei Kühlanlagen muss der Inhalt der Anlage rechnerisch ermittelt werden, denn Pauschalwerte aufgrund der Nennleistung des Kühlaggregates ergeben keine zuverlässigen Ergebnisse. Für die Berechnung des Ausdehnungsvolumens muss mit der maximalen möglichen Umgebungstemperatur gerechnet werden, welche die Kühlflüssigkeit bei Ausfall des Kühlaggregates annehmen kann (z.B. 30–35°C).

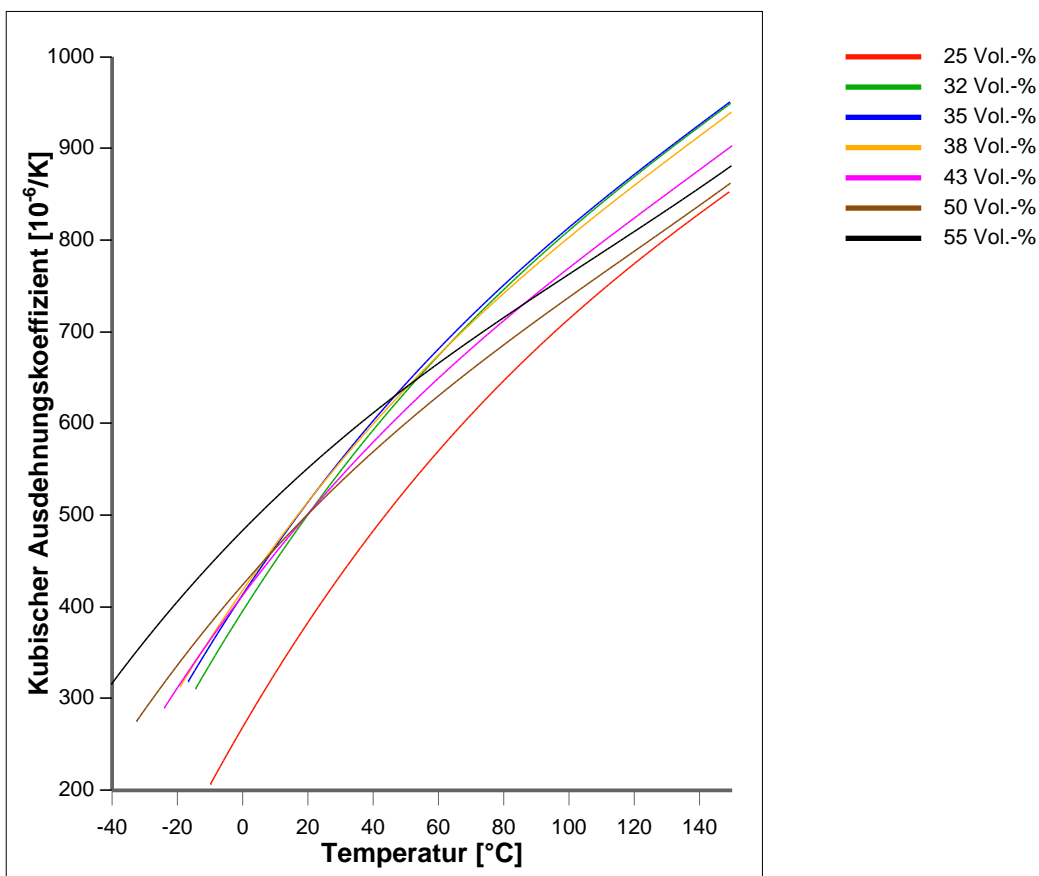


DIAGRAMM 4: Temperaturabhängigkeit des kubischen Wärmeausdehnungskoeffizienten für ausgewählte Patro L Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]																
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
25				206	269	328	383	435	483	528	570	610	647	681	714	745	774
32				338	396	450	501	548	593	635	674	711	746	779	811	841	869
35				358	413	466	514	560	603	643	681	717	751	783	814	843	872
38			308	365	418	468	515	558	600	638	675	709	742	773	803	832	860
43			312	364	413	459	502	542	580	616	649	682	712	742	770	797	824
50		288	336	382	424	464	501	536	569	601	630	659	686	712	738	763	788
55	317	363	406	446	483	519	551	582	612	639	666	691	716	739	763	786	809

TABLE 9: Wärmeleitfähigkeit ausgewählter Patro L Konzentrationen

RELATIVER DRUCKVERLUST

Der Druckabfall ist definiert als der Unterschied im Gesamtdruck zwischen zwei Punkten eines fluidführenden Netzwerks. Ein Druckabfall tritt auf, wenn Reibungskräfte, die durch den Strömungswiderstand verursacht werden, auf ein Fluid wirken, wenn es durch das Rohr strömt.

Die Hauptdeterminanten des Widerstandes gegen den Fluidfluss sind die Fluidgeschwindigkeit durch das Rohr und die Fluidviskosität. Der Druckabfall steigt proportional zu den Reibungsscherkräften im Rohrleitungsnetz.

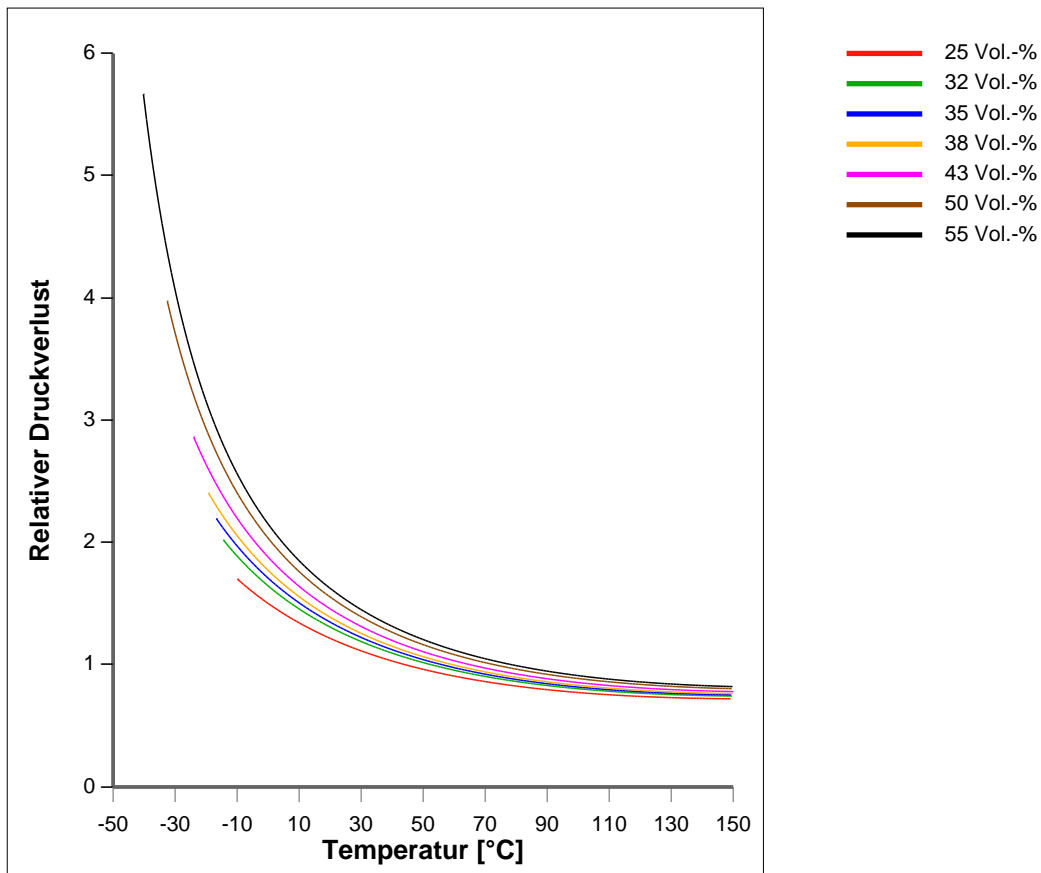


DIAGRAMM 5: Temperaturabhängigkeit des relativen Druckverlusts für ausgewählte Patro L Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]																
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
25				1.70	1.50	1.34	1.22	1.11	1.03	0.96	0.91	0.86	0.83	0.80	0.77	0.75	0.74
32				1.89	1.64	1.46	1.31	1.19	1.09	1.02	0.96	0.90	0.86	0.83	0.80	0.78	0.77
35				1.97	1.71	1.51	1.35	1.22	1.12	1.04	0.98	0.92	0.88	0.84	0.82	0.80	0.78
38			2.44	2.06	1.77	1.56	1.39	1.26	1.15	1.07	1.00	0.94	0.90	0.86	0.83	0.81	0.79
43			2.64	2.20	1.88	1.64	1.46	1.31	1.20	1.11	1.03	0.97	0.92	0.89	0.85	0.83	0.81
50		3.71	2.93	2.41	2.04	1.76	1.55	1.39	1.27	1.16	1.08	1.02	0.96	0.92	0.89	0.86	0.84
55	5.62	4.06	3.15	2.56	2.15	1.85	1.62	1.45	1.31	1.21	1.12	1.05	0.99	0.95	0.91	0.88	0.86

TABLE 10: Relativer Druckverlust ausgewählter Patro L Konzentrationen

Ein Rohrleitungsnetz, das eine hohe relative Rauigkeit aufweist, sowie viele Rohrfittings und -verbindungen, Rohrkonvergenz, Divergenz, Windungen, Oberflächenrauigkeit und andere physikalische Eigenschaften beeinflussen den Druckabfall. Hohe Strömungsgeschwindigkeiten und / oder hohe Fluidviskositäten führen zu einem größeren Druckabfall über einen Rohrabschnitt oder ein Ventil oder einen Bogen. Niedrige Geschwindigkeit führt zu geringerem oder keinem Druckabfall.

DAMPFDRUCK

Dampfdruck oder Gleichgewichtsdampfdruck ist definiert als der Druck, der von einem Dampf im thermodynamischen Gleichgewicht mit seinen kondensierten Phasen (fest oder flüssig) bei einer gegebenen Temperatur in einem geschlossenen System ausgeübt wird. Der Gleichgewichtsdampfdruck ist ein Anzeichen für die Verdampfungsrate einer Flüssigkeit.

Sie bezieht sich auf die Tendenz von Partikeln, aus der Flüssigkeit (oder einem Feststoff) auszutreten. Eine Substanz mit einem hohen Dampfdruck bei normalen Temperaturen wird oft als flüchtig bezeichnet. Der Druck, der von oberhalb einer Flüssigkeitsoberfläche vorhandenem Dampf ausgeübt wird, wird als Dampfdruck bezeichnet.

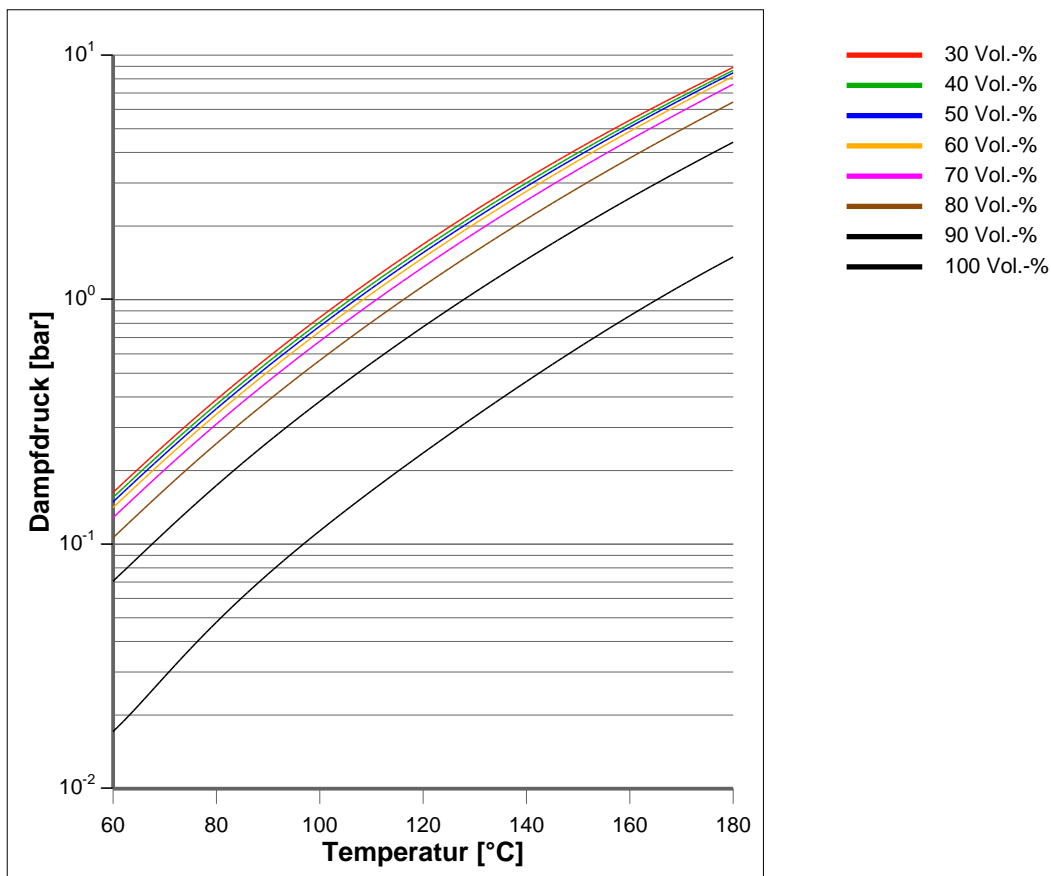


DIAGRAMM 6: Temperaturabhängigkeit des Dampfdrucks für ausgewählte Patro L Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]															
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
30		0.07	0.10	0.16	0.25	0.39	0.58	0.85	1.21	1.69	2.31	3.12	4.14	5.42	6.99	8.91
40		0.07	0.10	0.16	0.24	0.37	0.56	0.81	1.15	1.62	2.22	3.00	3.99	5.23	6.77	8.66
50		0.07	0.10	0.15	0.23	0.36	0.53	0.78	1.11	1.56	2.14	2.90	3.87	5.08	6.59	8.47
60		0.07	0.09	0.14	0.22	0.34	0.51	0.74	1.06	1.48	2.04	2.77	3.70	4.88	6.35	8.19
70		0.06	0.08	0.13	0.20	0.31	0.46	0.68	0.97	1.36	1.87	2.55	3.41	4.50	5.88	7.60
80		0.05	0.07	0.11	0.17	0.26	0.39	0.56	0.81	1.14	1.57	2.14	2.87	3.79	4.96	6.43
90		0.04	0.05	0.07	0.11	0.17	0.26	0.38	0.55	0.77	1.07	1.46	1.96	2.60	3.40	4.40
100		0.02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.11	0.17	0.24	0.33	0.46	0.64	0.86	1.14	1.49

TABLE 11: Dampfdrücke ausgewählter Patro L Konzentrationen

RELATIVE WÄRMEÜBERGANGSZAHL

Der Wärmeübergangskoeffizient ist in der Thermodynamik und in der Mechanik die Proportionalitätskonstante zwischen dem Wärmefluss und der thermodynamischen Antriebskraft für den Wärmefluss.

Die Gesamtwärmeübertragung durch kombinierte Modi wird üblicherweise ausgedrückt als Gesamtleitfähigkeit oder Gesamtwärmeübertragungskoeffizient ausgedrückt. Es wird zur Berechnung der Wärmeübertragung verwendet, typischerweise durch Konvektion oder Phasenübergang zwischen einer Flüssigkeit und einem Feststoff. Der Wärmedurchgangskoeffizient hat SI-Einheiten in Watt pro Quadratmeter Kelvin: Wm^2K^{-1} .

Der Wärmedurchgangskoeffizient ist der Kehrwert der Wärmeisolierung. Dies wird für Baustoffe (R-Wert) und für die Bekleidungsisolierung verwendet.

Es gibt zahlreiche Verfahren zur Berechnung des Wärmeübergangskoeffizienten in verschiedenen Wärmeübertragungsmodi, verschiedenen Fluiden, Strömungsregimen und unter verschiedenen thermohydraulischen Bedingungen. Häufig kann es geschätzt werden, indem die Wärmeleitfähigkeit der Konvektionsflüssigkeit durch eine Längenskala geteilt wird. Der Wärmeübergangskoeffizient wird häufig aus der Nusselt-Zahl (eine dimensionslose Zahl) berechnet.

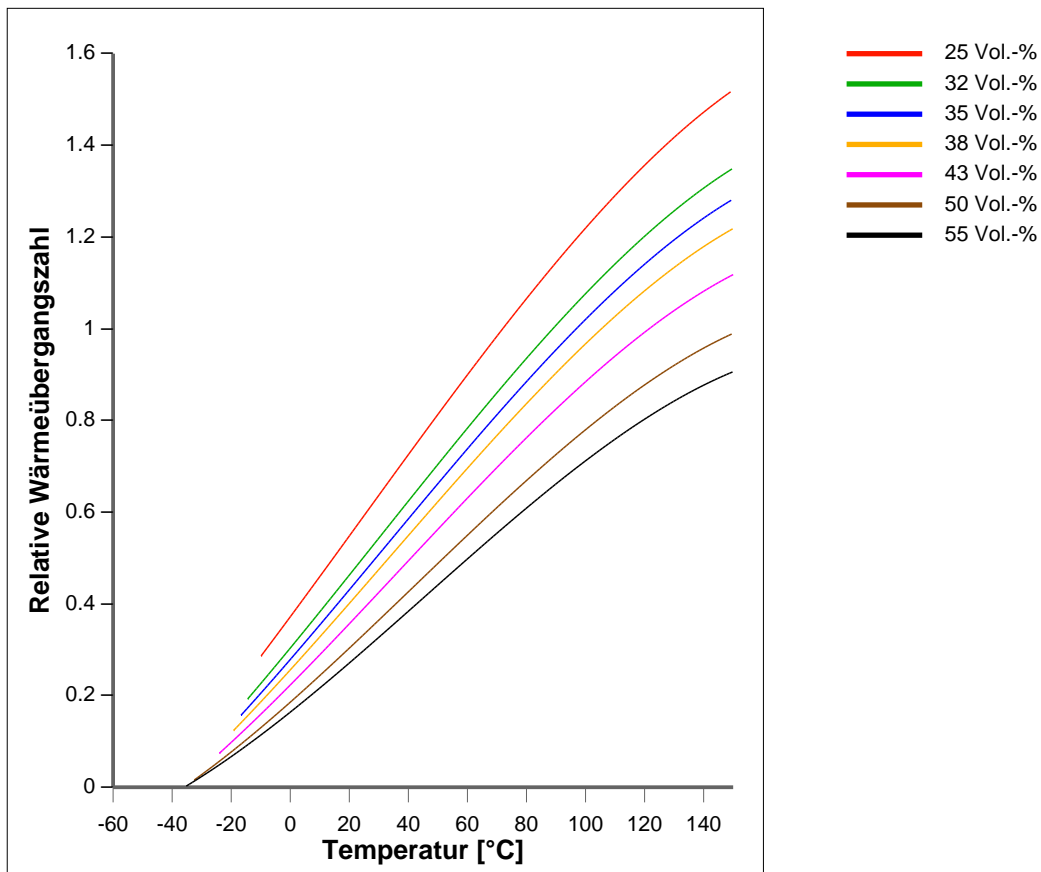


DIAGRAMM 7: Temperaturabhängigkeit des relativen Wärmeübergangs für ausgewählte Patro L Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]															
	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
25			0.29	0.37	0.46	0.55	0.64	0.73	0.81	0.90	0.98	1.07	1.14	1.22	1.29	1.36
32			0.23	0.30	0.38	0.46	0.54	0.62	0.70	0.78	0.86	0.94	1.01	1.08	1.14	1.20
35			0.20	0.28	0.35	0.43	0.51	0.59	0.66	0.74	0.81	0.88	0.95	1.02	1.08	1.14
38		0.12	0.19	0.26	0.33	0.40	0.47	0.55	0.62	0.70	0.77	0.84	0.90	0.97	1.03	1.08
43		0.10	0.16	0.22	0.29	0.36	0.43	0.49	0.56	0.63	0.70	0.76	0.82	0.88	0.94	0.99
50	0.03	0.08	0.13	0.19	0.24	0.30	0.36	0.43	0.49	0.55	0.61	0.67	0.73	0.78	0.83	0.88
55	0.02	0.07	0.11	0.16	0.22	0.27	0.33	0.38	0.44	0.50	0.55	0.61	0.66	0.71	0.76	0.80

TABLE 12: Relativer Druckverlust ausgewählter Patro L Konzentrationen

FROSTSICHERHEIT

Da die Wärmeausdehnung in der Regel nicht gleichmäßig über alle Temperaturbereiche erfolgt, ist auch der Wärmeausdehnungskoeffizient selbst temperaturabhängig und wird deshalb für eine bestimmte Bezugs-temperatur, oder einen bestimmten Temperaturbereich angegeben.

Weitere Temperaturabsenkung führt dazu, dass der Eisbrei immer dicker wird, bis er am Stockpunkt (dargestellt durch die blaue Kurve) erstarrt. Erst unterhalb dieser Temperatur besteht Berstgefahr für die Anlage. Dies entspricht einer Patro L-Konzentration von 35 bis 40 Vol.%

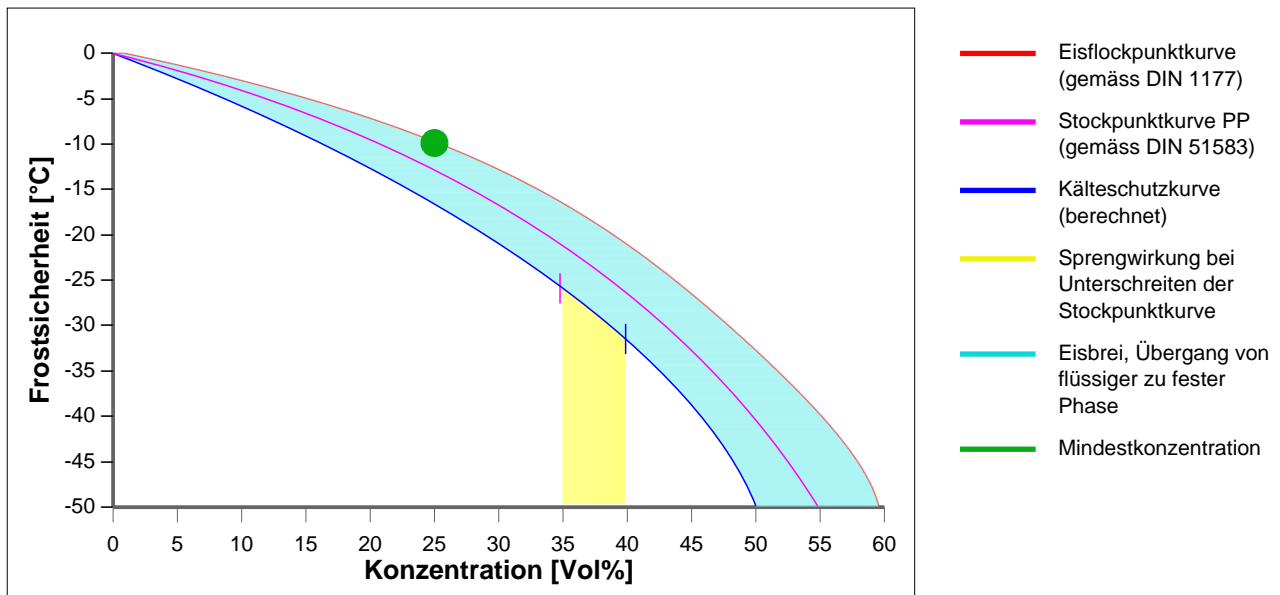


DIAGRAMM 8: Konzentrationsabhängigkeit der Frostsicherheit von Patro L

Vol. %	Eisflockenpunkt °C gemäss ASTM D 1177	Kälteschutz °C (berechnet)	Stockpunkt °C gemäss DIN 51587
25	-9.2	-13.2	-16,6
30	-13.0	-17,0	-21.0
35	-16.7	-23.3	-25.9
40	-21	-26.4	-31.7
45	-26.2	-32.6	-38.9
50	-32.5	-41.4	-50.3

TABELLE 13: Temperaturwerte ausgewählter Patro L Konzentrationen