

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 MIT FROST- UND KORROSIONSSCHUTZ FÜR DIE UNIVERSELLE ANWENDUNG

PRODUKTBE SCHREIBUNG

Patro N ist eine hellgelb eingefärbte Flüssigkeit, die als Wärmeträger z.B. in geschlossenen Wärmepumpenanlagen oder Warmwasserheizungen verwendet wird. Darüber hinaus wird es vielfach als Kühlsole in technischen Kühlanlagen eingesetzt. Für den Einsatz in der Lebensmittel- oder Pharmaindustrie ist Patro N nicht geeignet. In diesen Fällen wird die Verwendung unserer L-Produkte empfohlen.

Das Produkt ist nitrit-, amin-, borat-, silikat- und phosphatfrei inhibiert. Bei der Optimierung des Korrosionsschutzsystems wurde auf die Verwendung von CMR-Substanzen (cancerogen, mutagen, reprotoxisch) verzichtet.

Patro N enthält rezepturbedingt keine der in der EG-Richtlinie 2011/65/EU (RoHS = Restriction of Hazardous Substances), Artikel 4 §1 aufgeführten und in der Verwendung beschränkten Stoffe: Blei, Quecksilber, Cadmium, sechswertiges Chrom, polybromiertes Biphenyl (PBB) bzw. polybromierten Diphenylether (PBDE).

Produkteigenschaften

Parameter	Wert
Produktbasis	Monoethylenglycol mit Korrosionsschutzadditiven
Aussehen	getönte blassgelbe Flüssigkeit
Mindestkonzentration	20% v/v (Kälteschutz: -10°C)
Dauereinsatztemperaturen	ca. -50 bis +150°C

TABELLE 1: Allgemeine Produkteigenschaften von Patro N.

Physikalische Kennwerte

Parameter	Einheit	Bestimmungsmethode	Wert
Dichte (20°C)	g/cm ³	DIN 51757	ca. 1.11
Brechungsindex (20°C)		DIN 51423, part 2	ca. 1.1.434
pH-Wert		DIN 51369 (Patro N : Wasser =1:2)	ca. 8.5
Reservealkalität	ml (HCl) 0.1 m	ASTM D 1121	min. 4
Siedepunkt (1013 mbar)	°C	ASTM D 1120	ca. 166
Stockpunkt	°C	DIN 51583	ca. -32
Kinematische Viskosität (20°C)	mm ² /s	DIN 51562	ca. 20
Oberflächenspannung (20°C)	mN/m	ASTM D 1331 (Patro N : Wasser =1:2)	ca. 34
Spez. el. Leitfähigkeit (20°C)	muS/cm	Patro N : Wasser =1:2	appr. 2800
Spezifische Wärme (20°C)	kJ/kg K		ca. 2.4
Wärmeleitfähigkeit (20°C)	W/m K		ca. 0.29

TABELLE 2: Allgemeine Produkteigenschaften von Patro N. 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.

Patro N 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 N alle Metallkomponenten im Kühlsystem vor einer möglichen Korrosion.

Zu den einzelnen Einsatzgebieten können folgende Hinweise gegeben werden:

- Enthält ein bisher mit Salzlösung oder Wasser betriebenes Kühl- oder Heizsystem eine Patro N-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.
- Systeme mit Patro N-Wassermischungen sollten nach einer Leckage erneut nur mit einem Patro N-Wassergemisch der gleichen Konzentration aufgefüllt werden. Eine Vermischung mit Fremdprodukten ist zu vermeiden, da es zu Unverträglichkeiten kommen kann. In Ausnahmefällen muss eine Begutachtung durch den bzw. die Hersteller durchgeführt werden. Mixing with other products should be avoided too (e.g. Frost resistance is only partially testable)
- Obwohl Patro N 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 eine vollständige Durchmischung erreicht: In Abhängigkeit vom System, kann dies auch mehrere Tage betragen.
- Die entscheidenden Wärmedurchgangszahlen ändern sich bei den gebräuchlichen Patro N-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 N-Wassergemisch und Wasser allein praktisch gleich gross, so dass die Tauscherflächen nicht geändert werden müssen.
- Anlagen, die nur vorübergehend mit Patro N 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 N-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. Before filling with an Patro N / water mixture, the operator must carefully inspect the state of corrosion of the system. Gegebenenfalls sind Massnahmen zu ergreifen, die eine einwandfreie, saubere Metalloberfläche sicherstellen. Korrodierte Anlagen mit Rostansatz können später auch mit Patro N nicht mehr korrosionssicher betrieben werden, da es zu einer ungleichmässigen Inhibierung des Metalls und zu einem vorzeitigen Inhibitorenverbrauch kommen kann.

Kühlkreisläufe

Als Kälteübertragungsmedium hat Patro N 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 N herabsetzen können.

Wird nur einer von mehreren Sekundärkreisläufen auf Patro N 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 N 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 N in geschlossenen Warmwasserheizungen hat den Vorteil, dass die gesamte Anlage oder Teile davon auch bei Frost abgeschaltet werden können und trotzdem jederzeit funktionsbereit sind. Patro N hat sich auch in Verbindung mit in Warmwasser- oder Fußbodenheizungen üblichen Kunststoffrohren als Frost- und Korrosionsschutzmittel bewährt. Bei Kunststoffrohren ohne Sauerstoffdiffusionssperre sollte die Mindesteinsatzkonzentration 20 Vol.-% Patro N betragen. Nach restloser Entleerung des alten Heizungswassers ist das gesamte System gründlich mit Wasser zu spülen, um lose Rostteilchen zu entfernen.

Sollte in einem derartigen Fall ein Nachziehen der Verbindungen keine Abhilfe bringen, so muss der betreffende Teil der Anlage entleert und das Patro N-Wassergemisch aufgefangen werden.

Wärmepumpenanlagen

Wärmepumpenanlagen wird Patro N als Wärmeträgerflüssigkeit in Aussenkreisläufen eingesetzt. Hierbei gibt das Patro N-Wassergemisch die Wärme an den Innenkreislauf der Wärmepumpe ab. Aus Gründen der Korrosionssicherheit darf die Anwendungskonzentration 20 Vol.-% Patro N nicht unterschreiten.

Frostsicherheit

Die Frostsicherheit ist abhängig vom Mischungsverhältnis mit Wasser. Die Mindesteinsatzkonzentration an Patro N beträgt 20 Vol.-%. Ebenfalls entmischen sich homogene Gemische aus Patro N und Wasser nicht. Patro N ist stets mit Wasser verdünnt einzusetzen.

Das zum Verdünnen von Patro N verwendete Wasser sollte nicht mehr als 100 mg/kg (ppm) Chlorid enthalten. Dies ist besonders dann zu beachten, wenn Anlagen Bauteile aus Aluminium oder Aluminium-Legierungen enthalten.

Einsatzkonzentration

Der Patro N-Anteil in einer Kühlsole bzw. Heizflüssigkeit darf deshalb nicht weniger als 20 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 N enthält Korrosionsinhibitoren, welche die Metalle der Kühl- und Heizsysteme, auch bei Mischinstallation, dauerhaft vor Korrosion schützen. Zur Überprüfung der Wirksamkeit der dem Patro N 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 N im Vergleich zu einem Monoethylenglykol-Wassergemisch. Die tabellarisch wiedergegebenen Zahlenwerte, ermittelt unter Anwendung der ASTM-Methode D 1384, stellen die infolge von Korrosion entstandenen Metallabträge nach 1000 h in g/m² dar: Korrosion von Metallen in g/m², geprüft nach ASTM D 1384 (88°C / 6l Luft/h):

Material	MEG ^a	Patro N ^b 1000h	Duchschnittliche Gewichtsveränderung
Kupfer	-2.8	-0.8	10
Weichlot (WL 30)	-135	-1.0	30
Messing (MS 63)	-7.6	-1.2	10
Stahl (C 15)	-152	+0.1	10
Grauguß (GG 22)	-273	+0.8	10
Aluguß (AlSi ₆ Cu ₃)	-16	-0.6	30

TABELLE 4: Materialverträglichkeit von Patro N gemäss ASTM D 1384: a = Monoethylenglycol 1:2 Wassergemisch ohne Inhibitoren - b = Patro N 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 N-Wassermischungen. Bei der Wahl der Umwälzpumpen ist zu beachten, dass sie für den Betrieb mit Frostschutzmitteln geeignet sind. Pump elements made out of e.g. phenolic resins normally do not meet the requirements.

Nachstehend genannte Kunststoffe und Elastomere eignen sich nach Literaturangaben und den Ergebnissen eigener Versuche und Erfahrungen für Bauteile, die mit Patro N-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 N-Wassermischungen in Berührung kommen

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

SERVICE UND ÜBERWACHUNG

Erfahrungsgemäss ist Patro N in Anlagen über viele Jahre gebrauchsfähig. Dennoch sollte einmal im Jahr die Patro N-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 N-Wassermischung überprüft werden.

SICHERHEIT UND HANDHABUNG

Patro N-Wassermischungen haben weder einen Flamm- noch einen Brennpunkt. Die Entsorgung gebrauchter Patro N-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.

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

Patro N ist nach der üblichen Einstufung als toxikologisch unbenklich zu bezeichnen. Für den Menschen kann eine letale Dosis von 100 ml/Person bei einmaliger Einnahme angenommen werden. In der Mehrzahl der bekannt gewordenen Vergiftungsfälle sind neben Nierenschäden besonders cerebrale Schäden und Lungenödeme beobachtet worden.

DICHTE

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

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

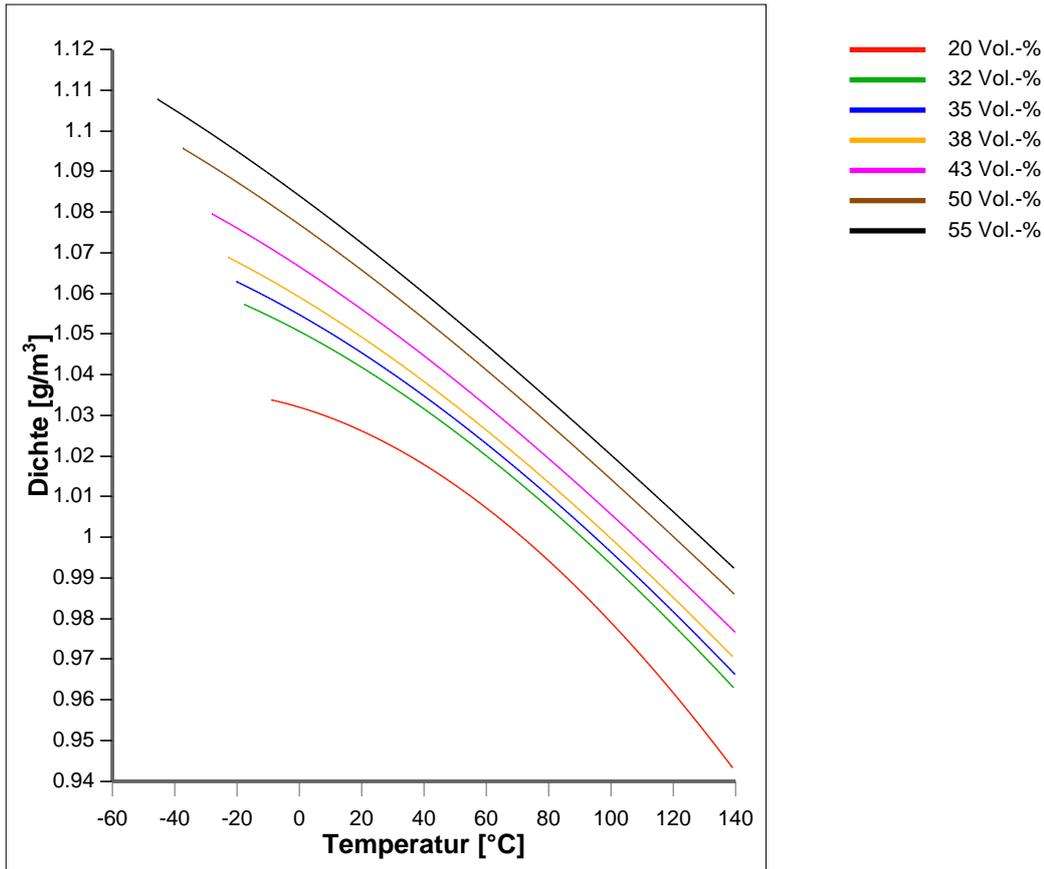


DIAGRAMM 1: Temperaturabhängigkeit der Dichte für ausgewählte Patro N Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]																
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
20					1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.97	0.96
32				1.05	1.05	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98
35			1.06	1.06	1.05	1.05	1.05	1.04	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00	1.00	0.99	0.98
38			1.07	1.06	1.06	1.05	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99	0.99
43			1.08	1.07	1.07	1.06	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99
50		1.09	1.09	1.08	1.08	1.07	1.07	1.06	1.05	1.05	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00
55	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.08	1.07	1.07	1.06	1.05	1.05	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01

TABLE 6: Dichte ausgewählter Patro N 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.

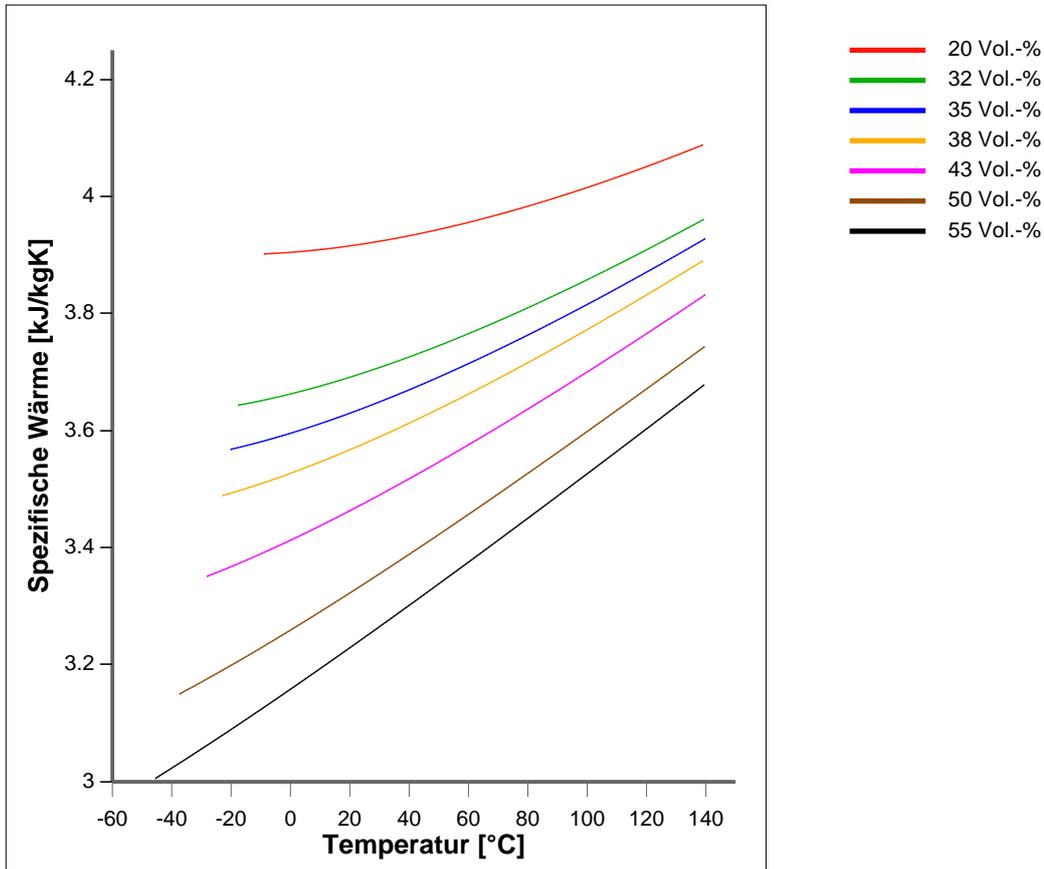


DIAGRAMM 2: Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme für ausgewählte Patro N Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]																
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
20					3.90	3.91	3.92	3.92	3.93	3.94	3.96	3.97	3.98	4.00	4.02	4.03	4.05
32				3.65	3.66	3.68	3.69	3.71	3.73	3.75	3.77	3.79	3.81	3.83	3.86	3.88	3.91
35			3.57	3.58	3.60	3.61	3.63	3.65	3.67	3.69	3.71	3.74	3.76	3.79	3.82	3.84	3.87
38			3.49	3.51	3.53	3.55	3.57	3.59	3.61	3.64	3.66	3.69	3.72	3.74	3.77	3.80	3.83
43			3.37	3.39	3.41	3.44	3.46	3.49	3.52	3.55	3.58	3.61	3.64	3.67	3.70	3.73	3.77
50		3.17	3.20	3.23	3.26	3.29	3.32	3.36	3.39	3.42	3.46	3.49	3.53	3.56	3.60	3.63	3.67
55	3.02	3.06	3.09	3.12	3.16	3.19	3.23	3.27	3.30	3.34	3.38	3.41	3.45	3.49	3.53	3.56	3.60

TABLE 7: Spezifische Wärme ausgewählter Patro N 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 N als Wärmeübertragungsmedium verwendet. Die Wärmeleitfähigkeit eines Materials ist von der Anwendungstemperatur abhängig. Der Kehrwert der Wärmeleitfähigkeit wird als thermischer Widerstand bezeichnet.

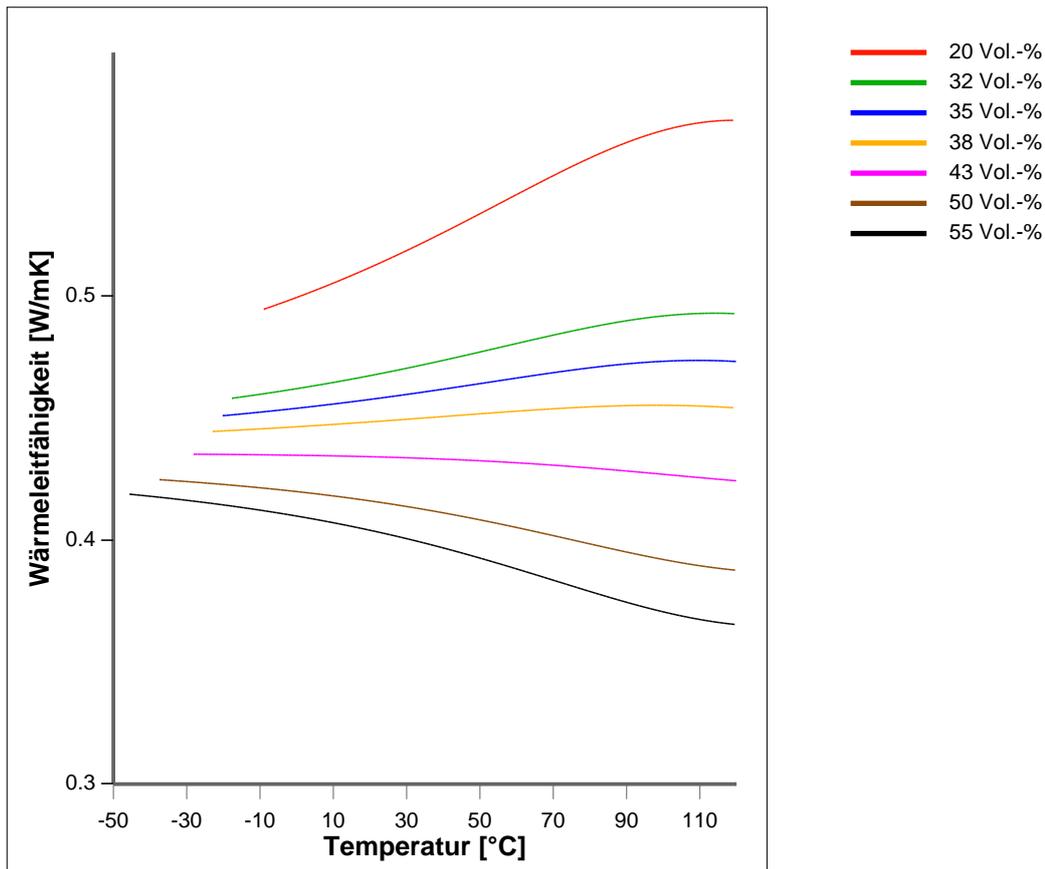


DIAGRAMM 3: Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit für ausgewählte Patro N Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]																
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
20					0.50	0.51	0.51	0.52	0.53	0.53	0.54	0.55	0.56	0.56	0.57	0.57	0.57
32				0.46	0.46	0.46	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
35			0.45	0.45	0.45	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
38			0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.46	0.46	0.45
43			0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.42
50		0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39
55	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.37

TABLE 8: Wärmeleitfähigkeit ausgewählter Patro N 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).

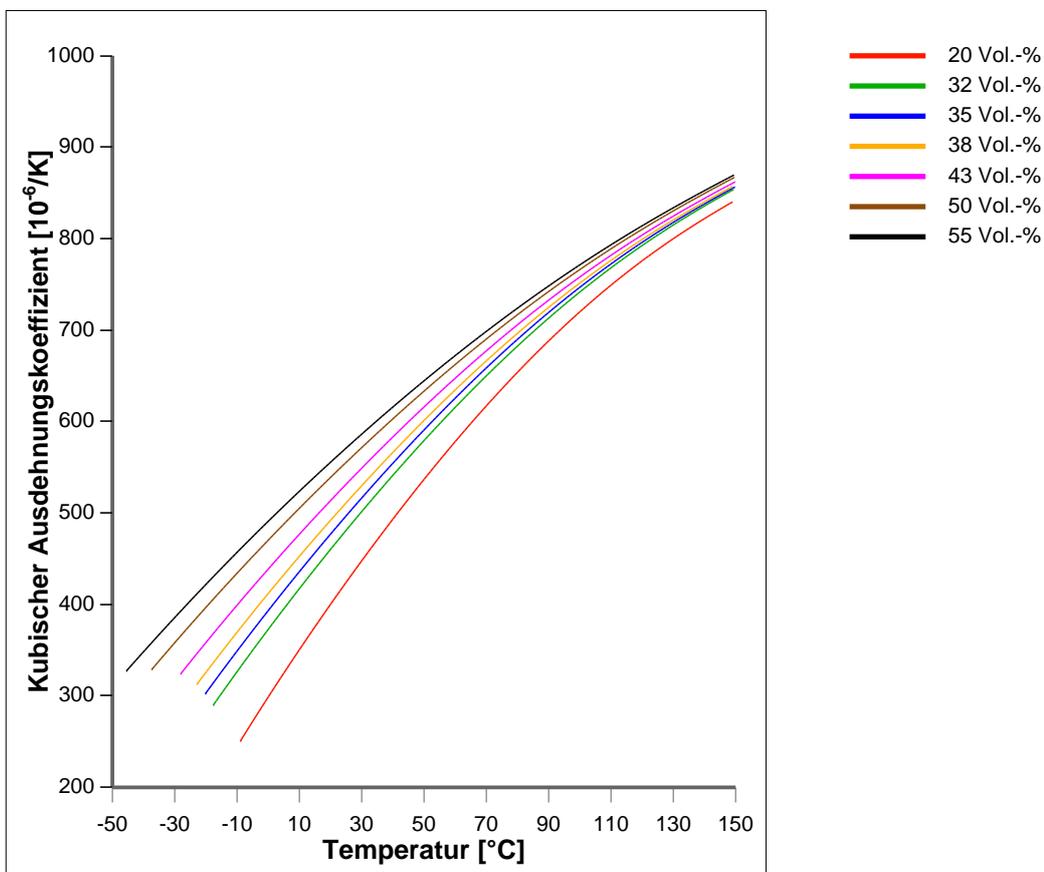


DIAGRAMM 4: Temperaturabhängigkeit des kubischen Wärmeausdehnungskoeffizienten für ausgewählte Patro N Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]																
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
20					299	350	400	448	493	537	578	617	654	688	720	749	776
32				326	373	417	460	502	541	579	616	650	683	713	742	768	793
35			303	349	393	436	477	516	554	591	626	659	690	719	747	772	796
38			326	370	412	453	492	530	566	601	635	666	697	725	751	776	799
43			358	399	439	477	514	549	583	616	647	677	706	733	758	782	804
50		358	397	434	470	505	539	572	603	633	662	690	717	742	766	789	810
55	348	386	422	457	491	524	556	586	616	645	672	699	724	748	771	793	814

TABLE 9: Wärmeleitfähigkeit ausgewählter Patro N 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.

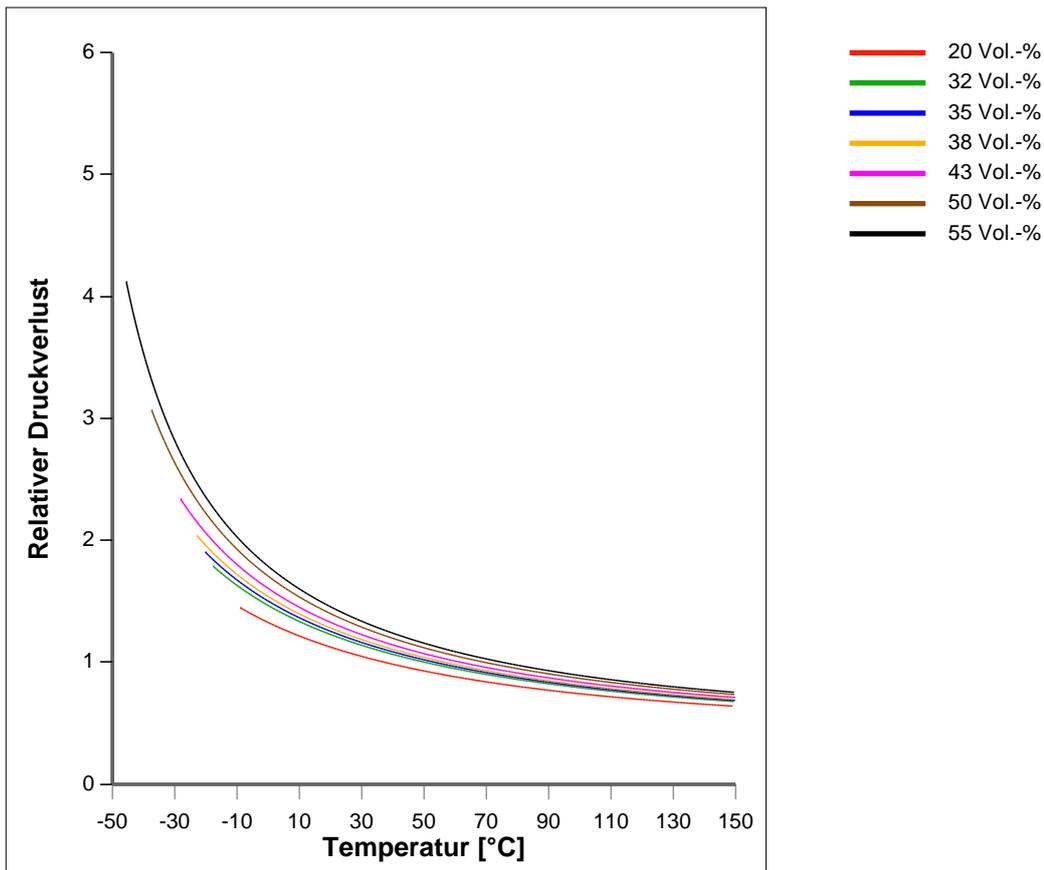


DIAGRAMM 5: Temperaturabhängigkeit des relativen Druckverlusts für ausgewählte Patro N Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]																
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
20					1.33	1.22	1.13	1.05	0.99	0.93	0.88	0.84	0.80	0.77	0.74	0.72	0.70
32				1.63	1.47	1.34	1.23	1.14	1.07	1.00	0.95	0.90	0.86	0.82	0.79	0.76	0.74
35			1.90	1.68	1.50	1.37	1.26	1.16	1.09	1.02	0.97	0.92	0.87	0.84	0.80	0.78	0.75
38			1.96	1.72	1.54	1.40	1.28	1.19	1.11	1.04	0.98	0.93	0.89	0.85	0.82	0.79	0.76
43			2.06	1.80	1.61	1.45	1.33	1.23	1.14	1.07	1.01	0.96	0.91	0.87	0.84	0.81	0.78
50		2.64	2.22	1.93	1.71	1.54	1.40	1.29	1.20	1.12	1.05	1.00	0.95	0.91	0.87	0.84	0.81
55	3.53	2.82	2.35	2.03	1.79	1.60	1.46	1.34	1.24	1.16	1.09	1.03	0.98	0.93	0.89	0.86	0.83

TABLE 10: Relativer Druckverlust ausgewählter Patro N 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.

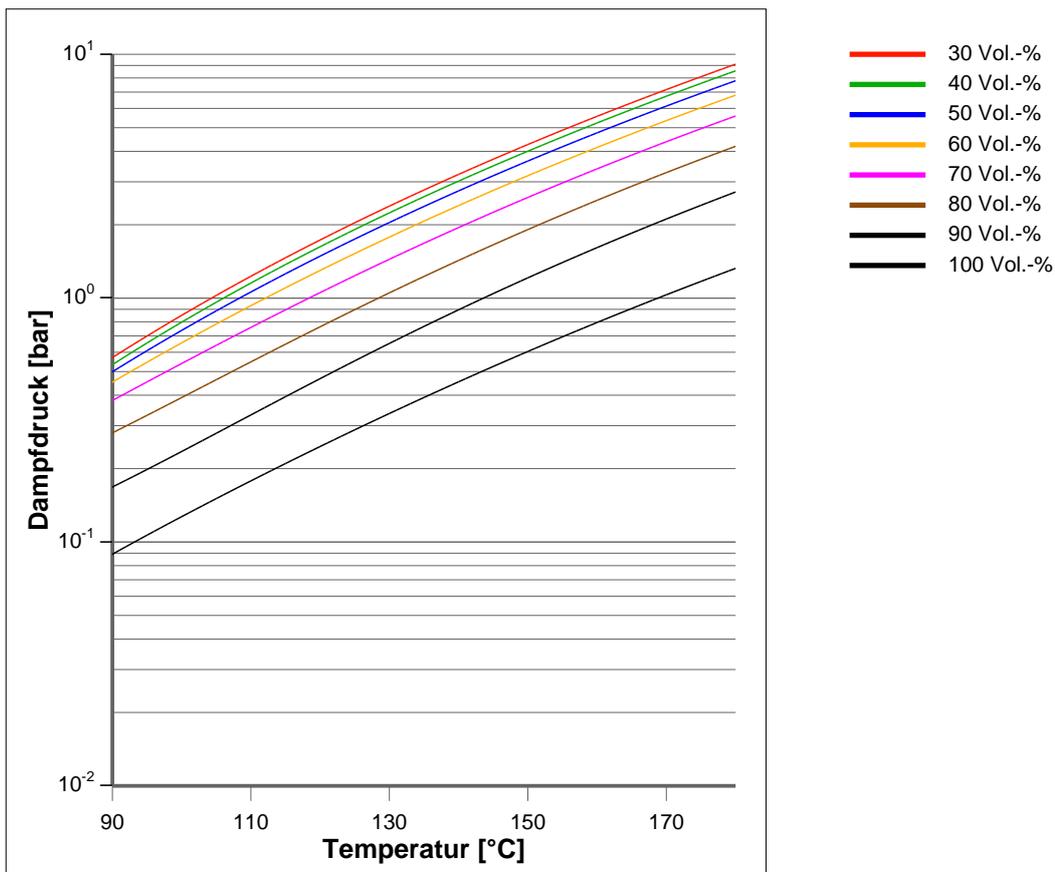


DIAGRAMM 6: Temperaturabhängigkeit des Dampfdrucks für ausgewählte Patro N Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]									
	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
30	0.57	0.85	1.23	1.73	2.38	3.22	4.27	5.57	7.17	9.11
40	0.53	0.80	1.15	1.62	2.24	3.02	4.01	5.23	6.73	8.55
50	0.50	0.74	1.06	1.49	2.04	2.75	3.65	4.76	6.13	7.79
60	0.45	0.66	0.93	1.30	1.78	2.40	3.18	4.15	5.35	6.80
70	0.38	0.54	0.76	1.05	1.44	1.95	2.59	3.39	4.38	5.58
80	0.28	0.39	0.55	0.76	1.05	1.43	1.91	2.52	3.27	4.19
90	0.17	0.24	0.33	0.47	0.65	0.90	1.21	1.61	2.11	2.72
100	0.09	0.13	0.18	0.25	0.34	0.45	0.60	0.79	1.03	1.32

TABLE 11: Dampfdrücke ausgewählter Patro N 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.

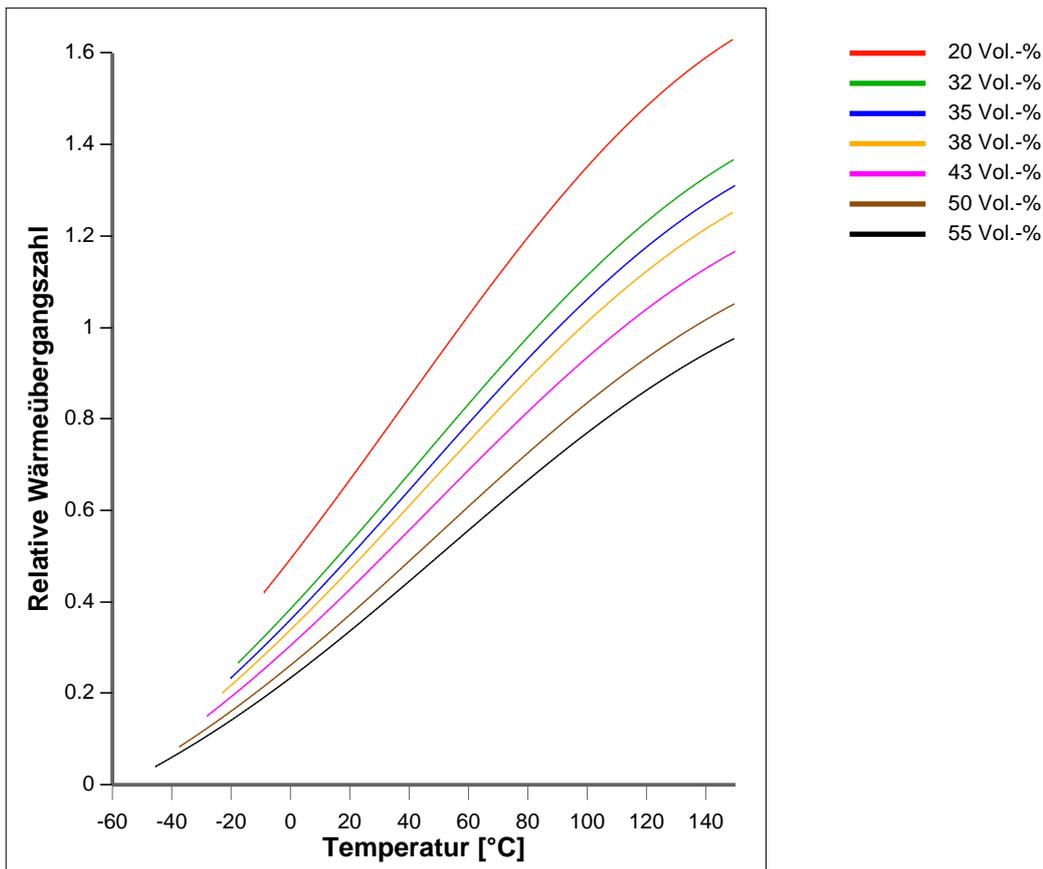


DIAGRAMM 7: Temperaturabhängigkeit des relativen Wärmeübergangs für ausgewählte Patro N Konzentrationen

Vol %	Temperatur [°C]															
	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
20				0.49	0.58	0.67	0.76	0.85	0.94	1.03	1.11	1.20	1.28	1.35	1.42	1.48
32			0.32	0.38	0.46	0.53	0.60	0.68	0.76	0.83	0.91	0.98	1.05	1.11	1.18	1.23
35		0.23	0.30	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64	0.72	0.79	0.86	0.93	1.00	1.06	1.12	1.18
38		0.22	0.28	0.34	0.40	0.47	0.54	0.61	0.68	0.75	0.82	0.89	0.95	1.01	1.07	1.12
43		0.19	0.25	0.30	0.36	0.43	0.49	0.56	0.62	0.69	0.75	0.82	0.88	0.93	0.99	1.04
50	0.12	0.16	0.21	0.26	0.32	0.37	0.43	0.49	0.55	0.61	0.67	0.73	0.78	0.84	0.89	0.93
55	0.10	0.14	0.19	0.23	0.28	0.34	0.39	0.44	0.50	0.56	0.61	0.67	0.72	0.77	0.82	0.86

TABLE 12: Relativer Druckverlust ausgewählter Patro N 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 N-Konzentration von 35 bis 40 Vol.%

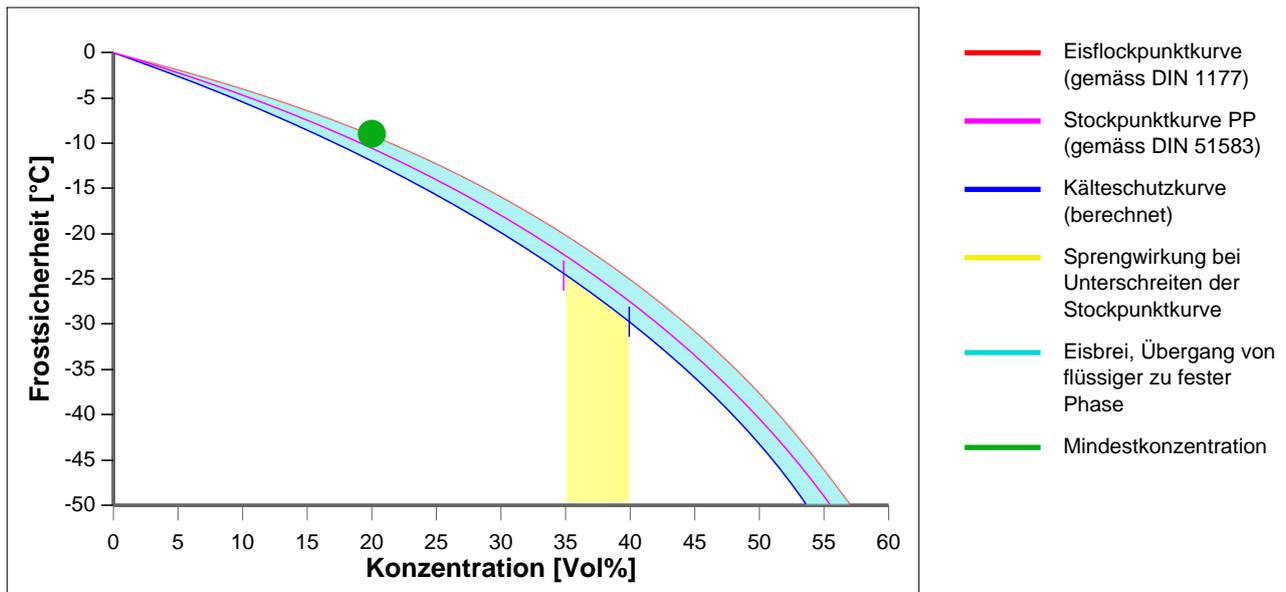


DIAGRAMM 8: Konzentrationsabhängigkeit der Frostsicherheit von Patro N

Vol. %	Eisflockenpunkt °C gemäss ASTM D 1177	Kälteschutz °C (berechnet)	Stockpunkt °C gemäss DIN 51587
25	-12.3	-14.4	-16,6
30	-16.0	-18.5	-21.0
35	-20.2	-23.1	-25.9
40	-24.9	-28.3	-31.7
45	-30.5	-34.7	-38.9
50	-37.4	-43.8	-50.3

TABELLE 13: Temperaturwerte ausgewählter Patro N Konzentrationen