

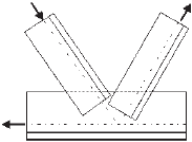

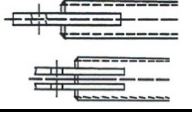
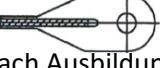
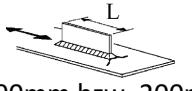
**Bucak, Ömer - Dürr, André - Herion, Stefan**

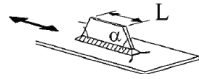
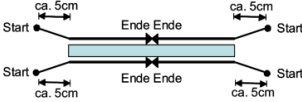
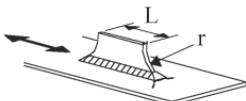
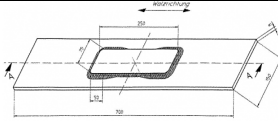
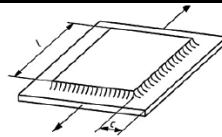
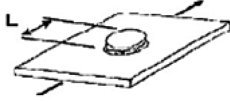
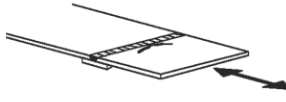
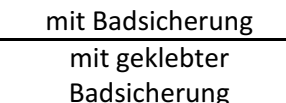
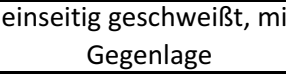
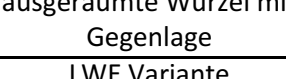


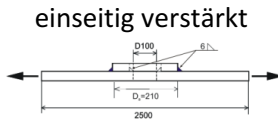
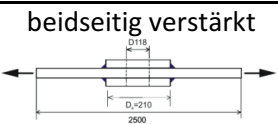
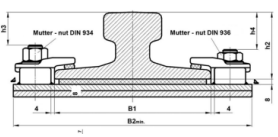
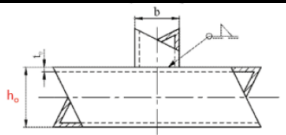
## **Ermüdungsversuche an kranpezifischen Kerbfällen**

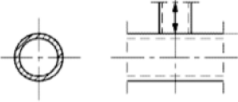
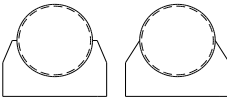
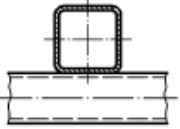
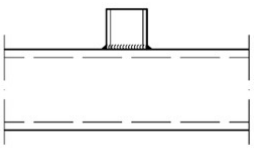
Krane sind heute ein wichtiger Bestandteil der Industrie und in vielen unterschiedlichen Einsatzbereichen vorzufinden. Neben der statischen Dimensionierung ist insbesondere auch eine ermüdungssichere Auslegung der Kranstrukturen von großer Bedeutung.

Die Forschungsprojekte an denen eine Vielzahl an unterschiedlichen Kerbfällen für Kranstrukturen hinsichtlich der Ermüdungsfestigkeit untersucht wurden, gingen auf Gespräche in den 1990er Jahren zwischen Fachleuten aus der Kranindustrie, der Universität Karlsruhe (heute Karlsruher Institut für Technologie KIT) und der RWTH Aachen zurück. Im Jahr 1992 wurde auf Initiative der beiden Universitäten ein Arbeitskreis Kranbau ins Leben gerufen, in dem Forschungsprojekte beantragt und durch Fachleute aus der Kranindustrie begleitet wurden. Somit konnten Problemstellungen aus der Berechnung, Detailausbildung und der Fertigung in den Forschungsprojekten direkt umgesetzt werden. Im Jahr 1995 wurde die Hochschule München in den Arbeitskreis aufgenommen, später auch weitere Forschungseinrichtungen. Ziel der Untersuchungen in den Forschungsprojekten war es, die in den Normen vorhandenen Kerbfalltabellen um kranpezifische Kerbfalldetails zu erweitern und bei einigen Kerbfällen eine Korrektur der damals vorhandenen Einstufung vorzunehmen, und somit leichtere und wirtschaftlichere Konstruktionen im Kranbau zu ermöglichen. Im Rahmen des ersten initiierten FOSTA Forschungsprojekts P293 wurden sechs Detailpunkte aus der Praxis untersucht. Nach dem erfolgreichen Abschluss des ersten Projekts wurden die beiden Forschungsprojekte P512 und P778 durchgeführt, bei denen auch Kerbfälle aus hochfesten und ultrahochfesten Stählen untersucht wurden. Eine Zusammenstellung der untersuchten Kerbfälle aus den o.g. Forschungsprojekten und der gewonnenen Ergebnisse ist in Tabelle 1 (Ifd. Nr. 1-9) gegeben.

**Tabelle 1:** Untersuchte kranpezifische Kerbfälle mit vorgeschlagener Einstufung

<b>Ifd. Nr.</b>	<b>Vorschlag Einstufung</b>	<b>Kerbfall</b>	<b>Skizze</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Projekt</b>
1	63 m= 5,0	Fachwerkanschlüsse an Winkelprofile		$\Delta\sigma_c = 63 \text{ MPa}$	P 293
				$\Delta\sigma_c = 72 \text{ MPa}$	P 512
2	140	Kastenprofil aus 2 L-Profilen		$\Delta\sigma_c = 140 \text{ MPa}$ bei guter Nahtvorbereitung	P 293
3	36 bzw 71	aufgesteckte Laschen		$\Delta\sigma_c = 36/71 \text{ MPa}$ EC3 Regelungen werden bestätigt	P 293
4	36 bzw. 60	Augenstabanschlüsse	 je nach Ausbildung	$\Delta\sigma_c = 36 \text{ bis } 60 \text{ MPa}$	P 293
5	80 / 71 m= 3,0	Längssteifen unterschiedlicher Ausbildung	 l= 90mm bzw. 200mm	$\Delta\sigma_c = 95 \text{ MPa}$	P 293 P 512

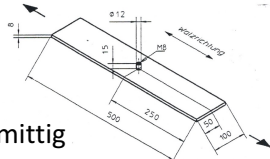
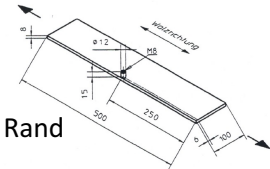

	71			$\Delta\sigma_c = 74 \text{ MPa}$	P 512
	90 (100)			$\Delta\sigma_c = 88 \text{ MPa}$	P 293 P 512
	80			$\Delta\sigma_c = 123 \text{ MPa}$	P 293 P 512
6	81 (S355) 140 (S690)	aufgeschweißte Lamellen		$\Delta\sigma_c = 186 \text{ MPa}$ (S960) $\Delta\sigma_c = 84 \text{ MPa}$ (S380)	P 293
	56			S460/S690/S1100 EC 3 Angaben werden bestätigt	P 512
	71			S355	P778 Stahlbau 2013 Heft 4
7	100	Stumpfstoß- formen bei unterschiedlichen Blechkicken (S960)		$\Delta\sigma_c = 104,5 \text{ MPa}$	P512
	63			$\Delta\sigma_c = 101 \text{ MPa}$	
	100			$\Delta\sigma_c = 99,8 \text{ MPa}$	
	112			$\Delta\sigma_c = 121,9 \text{ MPa}$	
	100			$\Delta\sigma_c = 103,4 \text{ MPa}$	
8	45	Handloch (S460 /S690 / S960 /S1100)		$\Delta\sigma_c = 52 \text{ MPa}$	P 512
	63			$\Delta\sigma_c = 67,7 \text{ MPa}$	
	80			$\Delta\sigma_c = 80,4 \text{ MPa}$	
9	114	geschweißte Schienenklemme		Druckbeanspruchung	P778 Stahlbau 2013 Heft 4
	80			Zugbeanspruchung	
10	Tabellarischer Vorschlag	X-Knoten aus Rechteckhohl- profilen		Geometrische Abhängigkeit der Ermüdungsfestigkeit Axial / Biegung	P 801 Stahlbau 2017 Heft 1

11	Vorschlag zum Blechdickeneinfluss	X-Knoten aus Rundhohlprofilen		Nennspannungskonz., Strukturspannungskonz. Nachbehandlung, Reparatur, Materialgüte	P 801 Stahlbau 2017 Heft 9
12	101	Rundrohr mit aufgeschweißter Querrippe		$\Delta\sigma_c = 101 \text{ MPa}$	KRASP (AIF ProfUnt)
13	71	auf Rechteckhohlprofil aufgeschw. Hohlprofilquertr.		$\Delta\sigma_c = 71 \text{ MPa}$	KRASP (AIF ProfUnt)
14	101	Hohlprofil mit T-Stummel		$\Delta\sigma_c = 101 \text{ MPa}$	KRASP (AIF ProfUnt)

In den 3 Forschungsprojekten P293, P512 und P778 wurden in Ergänzung auch Pilot-Untersuchungen an einigen speziellen Kerbfällen durchgeführt, siehe Tabelle 2. Hinzu kamen Untersuchungen zur Bestimmung der Beanspruchungskollektive an Turmdrehkränen bei unterschiedlichen Einsatzbereichen.

Im Rahmen des Projekts P512 wurden des Weiteren Untersuchungen im Bereich des LCF (low cycle fatigue - Kurzzeitfestigkeit mit  $LW < 40.000$ ) durchgeführt. Im Nachfolgeprojekt P778 wurden diese LCF-Untersuchungen auch auf die Zeitfestigkeitsbereiche ( $LW < 5 \text{ Mio.}$ ) erweitert. Somit wurden alle Bereiche des Kranbaus (Mobil- sowie Regulkranen) in den Forschungsprojekten versuchstechnisch abgedeckt.

**Tabelle 2:** Pilot-Untersuchungen an kran-spezifische Kerbfällen

lfd. Nr.	Kerbfall	Skizze	Ergebnis	Projekt
1	Bolzenschweißungen an hochfesten Feinkornbaustählen	 mittig	$\Delta\sigma_c = 72 \text{ MPa (S960)}$ Bestätigung EC3	P 293
		 Rand	$\Delta\sigma_c = 74 \text{ MPa (S960)}$ Bestätigung EC3	P 293
2	entfernte Heftschweißungen an hochfesten Feinkornbaustählen		$\Delta\sigma_c = 200 \text{ MPa S960}$	P 293
3	Stumpfstöße 6/8 Versuche mit S1300	Stumpfstoß 6/8 ohne Schweißbadsicherungen, ausgeräumte Wurzel, Gegenlage	$\Delta\sigma_c = 112 \text{ MPa S690, S960, S1100, S1300}$	P 778
4	Stumpfstöße 6/8 DOMEX Stahl S960	Stumpfstoß 6/8 ohne, ausgeräumte Wurzel, Gegenlage	$\Delta\sigma_c = 112 \text{ MPa (korrigierter Wert)}$	P 778

Im Rahmen zweier weiterer von der AIF geförderten Forschungsprogramme (FOSTA P801 und AiF-FHprofUnt KRASP) wurden an der Hochschule München noch Detailpunkte von Hohlprofilkonstruktionen untersucht, siehe Tabelle 1 (Ifd. Nr. 10-14).

Die derzeit laufenden FOSTA-Forschungsprojekte zum Thema Ermüdungsfestigkeit von Kranstrukturen an der Hochschule München, am KIT und bei KoRoH, Karlsruhe sind im Folgenden zusammengefasst:

- P 1132 -Erweiterung der Ermüdungsbemessung von K-Knoten mit Spalt aus RHP und KHP auf hochfeste Stähle und dickwandige Profile
- P 1173 - Fertigungsoptimierung geschweißter wechselnd beanspruchter Stahlkonstruktionen
- P 1195 - Berücksichtigung von Reihenfolgeeffekten bei der Lebensdauerabschätzung von Hohlprofilkonstruktionen
- P 1203 - Bemessung von Kranstrukturen aus laserstrahl- und laserhybrid-geschweißten höchst- und ultrahochfesten Stählen

Zukünftig sind weitere Forschungsprojekte im Bereich der Ermüdungsfestigkeit von Kranstrukturen geplant, neben der Erweiterung der Tabellen zu den kran-spezifischen Kerbfällen, insbesondere auch zum Schwerpunkt Betriebsfestigkeit, zur Lebensdauererweiterung bestehender Kranstrukturen und dem Einfluss innenliegender Schweißnahtfehler auf die Lebensdauer, mit der Fragestellung, ob auf Reparaturen ggf. verzichtet werden kann.

Die Autoren danken der FOSTA und den anderen Forschungsförderungsgesellschaften für die bisherige Unterstützung und wünschen die Fortsetzung der Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Ermüdungsfestigkeit von Kranstrukturen.