

Komponenten für eine dezentrale Ölgewinnungsanlage

Dipl.-Ing. agr. Torsten Graf

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Straße 98, 07743 Jena,

Tel.: 036427/868-120, Fax.: 036427/22 340, E-Mail: t.graf@dornburg.tll.de

Zusammenfassung

Die Gewinnung flüssiger Industrie- und Energierohstoffe aus Ölsaaten ist sowohl im großtechnischen als auch im dezentralen Maßstab ausgereift und gewährleistet optimale Voraussetzungen für eine definierte Ölgewinnung und Verwertung der Öle. Dezentrale Ölsaatenverarbeitungsanlagen sollten grundsätzlich nach dem Prinzip eines geschlossenen territorialen Kreislaufes arbeiten, d. h., die Rapssaat wird aus dem Territorium bezogen und die Produkte Rapsöl bzw. Rapsölkraftstoff und Kuchen regional abgesetzt. Aufgrund von Infrastruktur und natürlichen Voraussetzungen ist die dezentrale Ölsaatenverarbeitung in der Hand der Primärproduzenten zu favorisieren. Das Verfahren beschränkt sich dabei auf die Verfahrensabschnitte Vorbehandlung der Ölsaaten, Ölgewinnung und Ölreinigung.

Einleitung

Die Entwicklung der Konzepte zur dezentralen Ölsaatenverarbeitung der vergangenen Jahre verdeutlicht, unter welchen Bedingungen die Aufarbeitung und Verwertung von Ölsaaten, insbesondere von Winterraps, eine interessante Produktionsalternative für landwirtschaftliche Unternehmen darstellt. Unter Berücksichtigung territorialer Kreisläufe und der Optimierung von Transportaufwendungen sowie von Handelsspannen ergeben sich in der Erzeugung und Verarbeitung von Winterraps beispielhaft Möglichkeiten, über die Endprodukte Rapsöl bzw. Biodiesel und Rapsölkuchen, direkt die Wertschöpfung regional zu erhöhen.

Definition dezentraler Ölgewinnungsanlagen

Unter dezentralen Anlagen zur Ölgewinnung werden Ölmühlen verstanden, die aus einem begrenzten Territorium ihre Ölsaaten beziehen. Sie sind damit nicht unbedingt an transportaufwandsenkende Voraussetzungen, wie zum Beispiel Wasserstraßen, gebunden. Die Größe dezentraler Ölsaatenverarbeitungsanlagen kann sich je nach dem Einzugsgebiet sowie der landwirtschaftlichen Betriebsgrößen- und der Infrastruktur zwischen 500 bis 20.000 t Jahreskapazität bewegen. Dezentrale Anlagen arbeiten grundsätzlich nach dem Prinzip eines geschlossenen territorialen Kreislaufes, d. h., die Rapssaat wird aus dem Territorium bezogen und die Produkte Öl bzw. Biodiesel und Kuchen werden im Territorium abgesetzt. Aus diesen Gründen ist es als vorteilhaft anzusehen, wenn Landwirte derartige Anlagen selbst betreiben

bzw. an ihnen, in Form von Erzeugergemeinschaften etc., beteiligt sind, da nur so die Wertschöpfung unmittelbar durch den Erzeuger beeinflusst werden kann. Die Verarbeitungstechnologie der Anlagenkonzepte beruht im Wesentlichen auf einer einfachen Entölung der Saat ohne großen technischen Aufwand. In der Regel erfolgt die Verarbeitung im Kaltpressverfahren unter Verzicht auf die mechanische und thermische Vorbehandlung der Saat sowie die sonst übliche Extraktion des Ölkuchens mit einem Lösungsmittel. Der Abpressgrad beläuft sich somit auf 75 bis 85 % des in der Ölsaart enthaltenen Öles. Im eiweißreichen Rapskuchen verbleiben ca. 11 bis 15 % Restfett. Dieser stellt aufgrund des Fettgehaltes ein hochwertiges Energiefuttermittel in der Rinderfütterung dar. In der technischen Realisierung haben sich Seiherschneckenpressen mit Durchsatzleistungen von 500 bis 750 kg Saat/h bewährt. Diese Produktionsform eignet sich insbesondere für die Bedienung überschaubarer Märkte, z. B. für hochwertige Speise- und Futteröle, Verlustschmierstoffe, Trennmittel sowie Grundöle für Hydrauliköle. Weiterhin besteht die Möglichkeit, Treibstoff für pflanzenöltaugliche Motoren oder, nach Umesterung, Biodiesel als alternativen Kraftstoff für konventionelle Dieselmotoren herzustellen.

Komponenten dezentraler Ölgewinnungsanlagen

Das Verfahren der dezentralen Ölgewinnung beschränkt sich im Wesentlichen auf die Verfahrensabschnitte Vorbehandlung der Ölsaart, Ölgewinnung und Ölreinigung. Das Prinzip und die Verarbeitungsschritte einer dezentralen Anlage sind in Abbildung 1 dargestellt.

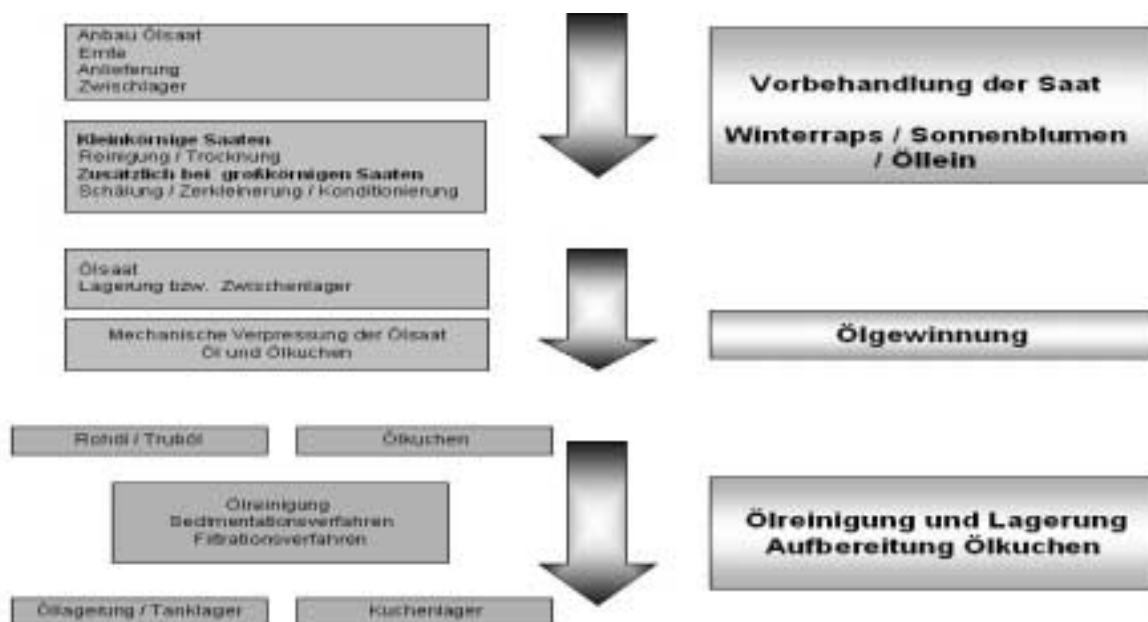


Abbildung 1: Dezentrale Ölsaatenverarbeitung

Vorbehandlung der Saat

Trocknung

Grundvoraussetzung für einen störungsfreien Betrieb und die Sicherung von Qualitätsparametern von dezentralen Ölgewinnungsverfahren ist eine optimal aufbereitete Ölsaart. Neben der Reinigung und Trocknung können die Verfahrensschritte Schälung, Zerkleinerung und Konditionierung als Maßnahme der Vorbehandlung der Saat diskutiert werden. Alle Ölsaaten müssen zur mittelfristigen Lagerung und Verarbeitung in der gesamten Partie eine Feuchte von maximal 9 % garantieren. Demzufolge erfordern alle Partien, die unter ungünstigen Bedingungen zur Ernte kommen (Feuchte > 9 % und Schwarzbesatz > 2 %), eine unverzügliche Trocknung mit vorgeschalteter Reinigung der Rohware (Tab. 1).

Tabelle 1: Negative Effekte von unaufbereiteter Saat in der dezentralen Verarbeitung

Saat zu feucht	Keine längerfristige Lagerung möglich, Schimmelbildung, Selbsterhitzung, Bildung freier Fettsäuren mit unmittelbarem Einfluss auf Ölqualität (Neutralisationszahl, Oxidationsstabilität) und Kucheneigenschaften (Geruch und Lagereignung)
Saat ungereinigt (Schwarzbesatz, Steine, Metallteile)	Erhöhte Feuchtigkeit in den Partien, Zunahme der Gefahr von Verstopfungen und Havarien, erhöhter Verschleiß der Anlage

Die Trocknung erfolgt dabei üblicherweise in Durchlauf- oder Umlauftrocknern mit direkter oder indirekter Beheizung auf Basis von Heizöl bzw. Erdgas. Feuchtegehalte der Saat von 6 % bis 9 % sind je nach Anlagentyp der Ölsaatenverarbeitung anzustreben. Die nunmehr getrocknete Ölsaart sichert optimale Eigenschaften für die weiteren Verfahrensschritte Lagerung, Logistik und Verarbeitung.

Reinigung

Der Gehalt an Fremdbestandteilen (Besatz, Steine und Metallteile) in der Ölsaart ist zu minimieren, um zum einen wesentliche und teure Verschleißteile der Ölpresse zu schonen und zum anderen vorgegebene Produktmerkmale des gewonnenen Rapsöls und Rapsölkuchens in qualitativer Hinsicht. Die Reinigung der Ölsaart erfolgt konventionell über Siebanlagen und/oder Windsichter. Zur Abtrennung von ferromagnetischem Besatz wird bei Anlagen mit geringer Durchsatzleistung ein Eisenabscheider als Rohrmagnet, bei größerer Leistung ein Schüttelkasten mit Magnettrommel favorisiert [1].

Schälung, Zerkleinerung und Konditionierung

In einigen Anlagenkonzepten wird in Abhängigkeit von der zu verarbeitenden Saat dem eigentlichen Verarbeitungsprozess eine Schälung oder Zerkleinerung sowie eine Konditionierung vorgeschaltet. So sind großkörnige Ölsaaten, wie Sonnenblumen, zur Optimierung der Verarbeitungsleistung aufgrund des hohen Schalenanteiles mit einem Walzenstuhl vorzuzerkleinern

bzw. mit neu entwickelter Technik zur Schälung ölhaltiger Samen aufzubereiten. Die Notwendigkeit dieser Verfahrensschritte ist sowohl hinsichtlich wirtschaftlicher Aussichten als auch im Sinne der Ölausbeute und Ölqualität entsprechend der Ölgewinnungsanlage zu überprüfen, zumal überhöhte Aufwendungen in den Vorbehandlungsmaßnahmen zu signifikant negativen Auswirkungen in den Ölqualitäten (P-Gehalt) führen können.

Die Saatvorwärmung bis zu 40 °C ist insbesondere im Winterhalbjahr zur Optimierung der Ölausbeute und Ölreinigung nicht nachteilig.

Ölgewinnung

Die gereinigte und getrocknete Saat wird mittels konventioneller Fördersysteme, wie Becherwerken, Schnecken- oder Schütfförderer, aus dem Saatlager in einen Pufferbehälter vor der Ölpresse gefördert. Die Bevorratung des Zwischenlagers ist so auszulegen, dass in Abhängigkeit von der Verarbeitungskapazität ein kontinuierlicher Betrieb der Anlage möglich ist. Vorzugsweise kommen zwei Stahlsilos in geschlossener Bauausführung mit wechselseitiger Beschickung und Entleerung in Betracht. Gleichzeitig besteht hier die Möglichkeit, die Saat gezielt mit Abwärme aus der Prozessenergie oder mittels Wärmetauscher für die Verarbeitung vorzuwärmen. Als vorteilhaft haben sich zusätzliche Sicherheitssysteme zur Abscheidung von Metallteilen sowie Sicht-, Dosier- und auch Wiegemöglichkeiten in der Saatzuführung unmittelbar vor der Ölpresse bewährt.

Die Ölgewinnung erfolgt in dezentralen Anlagen ausschließlich auf mechanischem Prinzip mit Schneckenpressen. Hier kann zwischen Lochzylinder- und Seiherschneckenpressen unterschieden werden. Tabelle A 1 zeigt eine Übersicht von Ölpresenherstellern im Bereich dezentraler Ölgewinnungsanlagen. Die Auswahl der Pressentypen richtet sich vornehmlich nach der veranschlagten Kapazität und den geforderten Qualitäten für Öl und Ölkuchen. So können Restölgehalte im Ölkuchen in der Spanne von 10 bis 20 %, entsprechend der möglichen Ausbeute (Abpressgrad von 75 bis 85 %), bezogen auf den Ölgehalt der Ölsaate, erreicht werden.

In Abhängigkeit von Pressentyp, Durchsatzleistung und Ölsaate belaufen sich die Verarbeitungstemperaturen beim Kaltpressverfahren in der Ölpresse in einem Bereich von 50 bis 65 °C, am Ölauslauf von 40 bis maximal 50 °C. Nach dem Pressvorgang läuft das noch ungereinigte, trubhaltige Öl in einen Zwischenlagerbehälter mit Füllstandsüberwachung. Aus diesem Behälter wird das Rohöl mittels Pumpe der Reinigungseinheit, bei Kleinstanlagen auch im natürlichen Gefälle, zugeführt.

Ölreinigung

Die Ölreinigung steht am Ende des Verfahrens der dezentralen Ölgewinnung und beeinflusst ebenfalls entscheidend die Produktqualität. Unter der Aufbereitung des Rohöles wird im Wesentlichen die Beseitigung fester Verunreinigungen, zusammengefasst im Begriff Gesamtverschmutzung, aus dem gewonnenen Öl verstanden.

Pflanzenöle enthalten direkt nach der Pressung einen Anteil von ca. 13 % an fester Verunreinigung (Feststoffe) [2]. Dieser Anteil kann in Bezug auf Pressentyp und Durchsatzleistung, der zu verarbeitenden Ölsaaten sowie deren Reinheit und Wassergehalt stark variieren. Bei der Ölreinigung wird differenziert nach Sedimentations- und Filtrationsverfahren (Tab. 2) [3].

Tabelle 2: Verfahren der Ölreinigung

Sedimentation		Filtration	
Im Erdschwerefeld	Im Zentrifugalfeld	Flüssigkeitsdruck	Gasdifferenzdruck
Absetzbehälter	Dekanter Separator	Kammerfilter, Rahmenfilter, Schichtenfilter Vertikal-Druckkerzenfilter	Filterkuchentrockner

Das einfachste Verfahren ist die Sedimentation in einem System von Absetzbehältern [4]. Nachteilig ist die lange Verweilzeit des Öles im System. Demzufolge müssen die Lagerungs- bzw. Absetzbehälter in ihrer Dimension um den Faktor der Zeit mit der Verarbeitungskapazität abgeglichen werden. Folglich empfiehlt sich der Einsatz der Sedimentationstechnologie nur für kleinere Ölgewinnungsanlagen. Bei sachgerechter Ausführung können mit diesem Verfahren problemlos u. a. die hohen Qualitätsanforderungen für naturbelassenes Rapsöl als Kraftstoff (RK-Standard) gesichert werden.

Dekanter und Separatoren finden in der Praxis dezentraler Ölgewinnungsanlagen auf Grund des Preis-Leistungsverhältnisses nur in Ausnahmefällen Anwendung. Schwerepunktmäßig kommt das klassische Filtrationsverfahren mit Filterhilfsmitteln in der dezentralen Verarbeitung zum Einsatz. Als poröse Filtermittel stehen dabei spezielle Gewebe, Vliese und Membransysteme in Verbindung mit Hilfsstoffen (Cellulose) zur Verfügung. Unter den Produktionsbedingungen haben sich sowohl halb- bzw. vollautomatische Kammer- und Rahmenfiltersysteme als auch Vertikal-Druckkerzenfilter bewährt. In kurzer Zeit und mit geringem Personalaufwand besteht dabei die Möglichkeit, die geforderten Ölqualitäten stabil abzusichern. Demgegenüber stehen jedoch deutlich höhere Investitionen, die sich nur für Anlagen größerer Kapazität (> 1.000 t) rentieren. Als technisch einfach und zuverlässig haben sich zusätzliche Trubabscheider in den Zwischenlagertanks erwiesen.

Öllagerung

Das gereinigte Pflanzenöl bedarf, zur Sicherung der erreichten Qualität, optimaler Voraussetzungen zur Lagerung. Geeignet sind hier Stahl-, insbesondere Edelstahltanks in doppelwandiger Ausführung. Ausreichende Lagerkapazitäten für das Öl entsprechend der Anlagenkonfiguration stellen die Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen und erfolgreichen kontinuierlichen Betrieb der Anlage dar. Nicht zu unterschätzen sind Detailfragen in der Bauausführung, um Temperaturschwankungen, die Bildung von Kondenswasser sowie Licht- und Luftsauerstoffeintritt zu vermeiden. Neben schwimmenden Tankdeckelabdeckungen und beruhigtem Tankeinlauf zeichnen sich zudem zusätzliche Sicherheitssysteme, wie ein ‚Polzeifilter‘, aus. Bei den Tanks empfiehlt sich der Einsatz doppelwandiger Erdtanks mit Leckerkennungsanzeige und Überfüllsicherung und einer konstruktionsseitig vorgesehenen Möglichkeit der vollständigen Entleerung zur Tankreinigung. Nicht zu vergessen sind leistungsfähige Übergabe- bzw. Pumpeinrichtungen mit Zählwerk oder Waage zur Abgabe des Öles, wobei die Bedingungen des Winterhalbjahres mit niedrigen Außentemperaturen nicht außer Acht zu lassen sind.

Presskuchenlagerung

Der Presskuchen wird am Ende der Schneckenwelle der Ölpresse als Pressling (Pellet) oder Plättchen ausgetragen. Die Erfahrungen zeigen, dass einfache Lagerkonzepte bzw. die direkte Abfuhr zur Futtermittelherstellung Vorteile aufweisen. Aufwändige Lagerhaltung mit Fördersystemen und Silolagerung erfordern eine Aufbereitung und Trocknung des Ölkuchens, da sonst die Gefahr der Brückenbildung und des Kompaktierens besteht. Ursache ist der hohe Restfett- und Wassergehalt des Ölkuchens. Bei trockener und gut belüfteter Lagerung ist der Ölkuchen problemlos lagerfähig und ohne weitere Behandlung als Futtermittel einsetzbar.

Investitionskosten

Am Beispiel zweier Anlagen wird der Gesamtinvestitionsumfang dargestellt (Tab. 3).

Tabelle 3: Investitionskosten ausgewählter Ölsaatenverarbeitungsanlagen

Investitionen	750 t/a			3.750 t/a		
	DM	€	%-Anteil	DM	€	%-Anteil
Ausrüstung	136.000	69.535	42	546.800	279.574	28
Gebäude	168.320	86.060	52	1.315.000	672.348	67
Erschließung	8.500	4.345	2,6	30.000	15.338	1,5
Baunebenkosten	10.000	5.112	3	58.200	29.757	3,0
Gesamt	322.820	165.052	100	1.950.000	997.017	100

Neben den baulichen Anlagenteilen und Lagereinrichtungen sind die Investitionskosten für die Ausrüstung (Ölmühle, Ölreinigung) eine wesentliche Kalkulationsgröße. In Tabelle 4 werden Investitionskosten von Kaltölpresen mit unterschiedlicher Leistung in Abhängigkeit von der Auslastung der Anlage aufgeführt, wobei festzustellen ist, dass Anlagen > 100 kg Saat/h Pressenleistung in den spezifischen Investitionskosten günstiger einzuschätzen sind als die Kleinanlagen.

Tabelle 4: Investitionskosten von Kaltölpresen (Angaben deutscher Hersteller)

Pressenleistung (kg/h)	15	35	50	100	300	500	750
Nettopreis (€)	3.359	7.199	12.005	16.770	41.926	63.400	112.484
Spezifische Investition (€/t Rapssaat und Jahr) bei unterschiedlichen Betriebsstunden							
1.000	224	205	240	168	139	121	150
4.000	56	51	60	42	35	32	37

Die in Tabelle 3 und 4 dargestellten Größenordnungen der Investitionskosten lassen erkennen, dass durch Synergieeffekte, wie Nutzung vorhandener Technik und Gebäude für Lagerung und Aufbereitung, der Investitionsaufwand um bis zu maximal 50 % gegenüber einem Neubau gesenkt werden kann.

Schlussfolgerungen

Die Gewinnung flüssiger Industrie- und Energierohstoffe aus Ölsaaten ist sowohl im großtechnischen als auch im dezentralen Maßstab ausgereift und gewährleistet optimale Voraussetzungen für eine definierte Ölgewinnung und -verwertung.

Dezentrale Ölsaatenverarbeitungsanlagen sollten grundsätzlich nach dem Prinzip eines geschlossenen territorialen Kreislaufes arbeiten, d. h., die Rapssaat wird aus dem Territorium bezogen und die Produkte Rapsöl bzw. Rapsölkraftstoff und Kuchen regional abgesetzt. Aufgrund von Infrastruktur und natürlichen Voraussetzungen ist die dezentrale Ölsaatenverarbeitung in der Hand der Primärproduzenten zu favorisieren. Von besonderer Bedeutung ist die Einhaltung der Ölqualität mit den Kennwerten Gesamtverschmutzung, Phosphorgehalt und Neutralisationszahl. Diese Kennwerte werden sowohl durch die Verarbeitungstechnologie (Ölpressentyp) als auch durch das Management der Ölaufbereitung und Ölreinigung beeinflusst. Bewährt haben sich unter praktischen Bedingungen u. a. Sedimentationsverfahren (z. B. System Weihenstephan) für kleinere Ölsaatenverarbeitungsanlagen sowie für größere Anlagen halb- und vollautomatische Plattenfiltersysteme bzw. Vertikal-Druckkerzenfilter. Die jeweilige Auswahl des Verfahrens richtet sich nach dem gewünschten Automatisierungsgrad, dem Durchsatzvolumen und den Investitionskosten (Tab. 6). Bei allen Aufbereitungssystemen muss

ein durchgängiges Qualitätsmanagement gesichert sein. Das heißt u. a., exaktes Controlling der einzelnen Chargen, optimale Voraussetzungen für Lagerung und Transport und letztlich Endkontrolle mit Sicherheitsfilter („Polizeifilter“) bei der Übergabe an den Endverbraucher.

Tabelle 6: Nützliche Hinweise zu Detailfragen bei der Bauausführung dezentraler Ölgewinnungsanlagen

Kriterium	Bemerkung
Bauhülle Saatgutvorbehandlung	Nutzung vorhandener Anlagen zur Lagerung und Aufbereitung / Synergieeffekte – Standortwahl / Einsparung bei Investition bis 50 %
Einhausung der Anlage	Wärmerückgewinnung für optimale Betriebstemperatur der Pressanlage im Winterhalbjahr
Lagerbehälter Saat als auch Öl und Ölkuchenslager	Ausreichend dimensioniert mit Pufferspeicher für 24 h Betrieb
24 h Betrieb	Verringert deutlich Verschleißverhalten der Ölpresse
Pumpenleistung	An der Kapazität ausrichten, kurzzeitige Übergabeeinrichtung für Ölabbgabe aus Lager sichern
Polizeifilter	Garantie für Qualitätssicherheit beim Öl
Materialauswahl bei Leitungen und Tanksystem	Keine Buntmetalle (Cu-Leitungen), da Katalysator-Wirkung / Edelstahl günstig
Ölkuchen	Planung entsprechend Absatz als Futtermittel und verfügbaren Tierbestand
Ölqualität	Schulung des Personals, Qualitätssicherungssystem, Prozesskontrolle

Literatur

- [1] G. Börner: Verfahrenstechnik der dezentralen Ölsaatenverarbeitung, KTBL-Arbeitspapier 267 (1999), S. 16
- [2] B. Widmann: Gewinnung und Reinigung von Pflanzenölen in dezentralen Anlagen; Endbericht Nr. 51 (1994)
- [3] E. Remmele: Ölreinigung bei Pflanzenölgewinnung in dezentralen Anlagen, KTBL-Arbeitspapier 267 (1999)
- [4] B. Widmann, E. Remmele: Sedimentationsanlage System Weihenstephan, Poster (2001)

Tabelle A 1: Übersicht zu Herstellern von Kaltpressanlagen (nicht vollständig / Stand 10/2002)

Hersteller	Maschinentyp	Saatdurchsatzleistung (kg/h)	Anschlussleistung (kW)
Egon Keller GmbH & Co.KG, Anton-Küppers-Weg 17, 42824 Remscheid – Hasten	KEK-P0015	20	2,2
	KEK-P0101	100	7,5
	KEK-P0350	450	22
Karl Strähle GmbH & Co.KG, Postfach 46, 73263 Dettingen/Teck	SK 60/1	15	3
	SK 60/2	1*15	3
	SK 130/1	80	7,5
	SK 130/3	150	7,5
	SK 190/1	300	22
	SK 250/1	500	30
Maschinenfabrik Reinartz GmbH & Co. KG, Postfach 100950, 41409 Neuss	AP 08	40	4
	AP 10/06	100	7,5
	AP 12	200	15
	AP 14/22	300	22
	AP 14/30	500	30
	AP 15/37	1000	37
	AP 15/45	800	45
	AP 25/110	1800	110
IBG Monforts GmbH & Co.KG, An der Waldesruh 23, 41208 Mönchengladbach	CA 59G	3 – 8	1
	D 85 – 1G	10 – 25	3
	DD 85 G	20 – 50	3
	S 120 F	50 – 100	7,5
	F200	180 - 200	15
Crimbia Sket GmbH, Schilfbreite 2, 39120 Magdeburg	KP 15	250	15
	KP 21	1000	55
	KP 26	2000	130