

BAYER PROSESLERİ
B. Brings, BAYER AG

1. Giriş

Birinci kuşak iyon değiştirici reçine prosesi, düz akım prensibine göre çalışan bir iyon değiştirici reçine ünitesi ve aynı yönde gerçekleştirilen rejenerasyon basamağından oluşuyordu.

Batı Avrupa'da sadece eski, küçük tesisler veya yumuşatma üniteleri düz akım teknolojisine göre çalışmaktadır.

Günümüzde ise ters akım - karşı basınçlı sistemler Asya, Doğu Avrupa ve Amerika'da kuvvet santrallerinde bile yaygın olarak kullanılmaktadır.

2. Düz Akım Prosesi (şekil 1)

Düz Akım Prosesi, genel olarak ellili yılların sonuna kadar iyon değişimi ve aynı yöndeki rejenerasyon için kullanılıyordu.

Bu prosesin dezavantajları :

- yüksek kimyasal tüketimi (Teorinin % 250 – 400)
- yüksek su ihtiyacı
- Her rejenerasyon öncesi sıkışmış yatağın gevşetilmesi için geri yıkama zorunluluğu
- Tank hacminin verimsiz kullanımı (%100 geri yıkama boşluğu)
- Rejenerasyon zamanının uzunluğu

Bu prosesin avantajları :

- Geri yıkamanın tank içinde yapılabilmesi
- Akış hızı (Metrik hız) iyon değiştirici reçinenin performansını riske etmeden % 0 - %100 değiştirilebilir.

Daha sonraki yıllarda iyon değişimi teknolojisinde başarıya ulaşılıp, gelişmeler sağlanmasıyla birlikte ters akım teknolojisi, daha ekonomik teknolojilerin ilk basamağı olarak öne ıktı.

3. Ters Akım – Karşı Basınç Prosesi (şekil 2)

şekil 2'de gösterildiği gibi bu proses, ünitenin yaklaşık yarı yüksekliği civarından bir kollektör sistemine ihtiyaç duymaktadır. Teknik nedenlerden dolayı tankın üst kısmında yaklaşık 200 mm yüksekliğinde, aktif olmayan reçine tabakası bulunur.

Aşağıdan yukarıya yapılan rejenerasyon ve elusyon esnasında, aktif olmayan reçine tabakasına, aktif reçine yatağını sabit bir şekilde tutması için su veya hava ile karşı basınç uygulanır. Durulama, yukarıdan aşağıya doğru demineralize su ile (katyon değiştirici reçine için dekatyonize su da olabilir) yapılır. Anyon değiştirici reçine için demineralize su gereklidir. Ama katyon değiştirici reçineler için dekatyonize su yeterlidir. Bu teknolojiye, ince arıtım tabakası (fine polishing) sayesinde yüksek kalitede su elde edildiği için, işletme esnasında bu tabakanın bozulmamasına dikkat edilmelidir.

Avantajlar (Düz Akım Teknolojisine göre) :

- Daha iyi su kalitesi
- Daha az rejenerant ihtiyacı
- Daha az su ihtiyacı
- Kısa rejenerasyon süresi

Kimyasal açıdan bakıldığında rejenerasyon esnasında ters akım teknolojisinde, düz akım teknolojisinin tersine, temiz rejenerant kimyasalı her zaman önce karşı iyon yoğunluğu düşük olan bölümlerden geçer. Bu da su kalitesini artırır. Yüksek konsantrasyon farkı, değiştirilmiş iyonların çözeltiye difüzyonunu kolaylaştırır.

Dengeye ulaşma prosesi, bu yüzden her zaman bir maddenin taşınımı ile birlikte yürür. Bu da difüzyon (film veya jel difüzyonu) ile etkili olarak gerçekleşir.

Düz akım teknolojisinde difüzyon, rejenerant kimyasalının karşı iyon yoğunluğu en yüksek olan bölümlerdeki iyon değiştirici reçine ile ilk önce temas etmesi sebebiyle engellenmektedir.

Dezavantajlar :

- Rejenerant kolona aşağıdan beslendiğinde, iyon değiştirici reçine taneciklerinin sıkışması sebebiyle, fine polishing tabakasının yeniden düzene girmesi zor olabilir.
- Kolektör sistemi, ham su beslenmesi esnasında düzenli su akışını engeller.
- Birkaç işletme çevriminin ardından, kolektör sisteminin altındaki iyon değiştirici reçine tanecikleri sıkışmaya başlarlar ve bu durum da düzenli su akışına zarar verir.

Bu nedenle tesis, birkaç işletme çevriminin ardından geri yıkanmalıdır. Bu uygulama, homojen fine polishing tabakasının tamamen yeniden düzenlenmesine neden olur. Bu tabaka, ters akım sistemlerde su kalitesinin sağlanması açısından önemli olduğu için, geri yıkamanın ardından aynı kalitede su elde etmek için daha fazla rejenerant kullanmak gerekir.

- Yüksek spesifik ağırlığa sahip olan rejenerant, sistemde yerçekiminin tersine doğru zorlu olarak yukarı doğru çıkarılmaktadır. Bu sebeple, daha fazla durulama suyu ihtiyacı artmaktadır. Durulama suyu olarak arıtılmış su kullanıldığı için maliyet artar.

4. Akışkan Yatak (WS0) Prosesi (Şekil 3)

BAYER AG, Akışkan Yatak Prosesini altmışlı yılların başında patent altına almıştır. Bu proses, Ters Akım Teknolojisinin ileri derecede geliştirilmiş şeklidir.

Akışkan Yatak Prosesi, aşağıdan yukarı besleme ve yukarıdan aşağıya rejenerasyon basamaklarından oluşmaktadır. İyon değiştirici reçine iki nozul plakası arasında yer alır. Üst nozul plakası ve aktif reçine arasında bir inert reçine tabakası vardır. İntert reçine tabakasının yüksekliği, kolonun çapına bağlı olarak değişir. İntert reçine tabakası ile reçine kırıntılarının ve kirlilik yüklerinin üst nozul plakasını tıkamasını önlemek ve rejenerantın en uygun dağılımının sağlanması amaçlanmaktadır.

İyon değiştirici reçinelerin şişmesi göz önünde bulundurularak tankta ek bir boşluğun bırakılması gerekmektedir.

Spesifik akış hızı, akışkan yatağın yüksekliğini etkilemekte, böylece iyon değiştirici reçinenin kapasitesini artırmakta ve basınç kaybını düşürmektedir.

Bu prosesin başlıca avantajları:

- Daha küçük çaplı ve bu yüzden daha ucuz üniteler
- Yüksek reçine doluluk oranı nedeniyle kapasite yüksekliği
- Daha az servis suyu ihtiyacı (durulama ve seyreltme için)
- Kısa rejenerasyon süresi sebebiyle daha yüksek işletme süreleri
- Daha düşük basınç kaybı
- Daha verimli rejenerasyon sayesinde daha düşük rejenerant ihtiyacı

Akışkan Yatak teknolojisi ve monodispers tipteki Bayer reçinelerinin (Lewatit MonoPlus) kombinasyonu ile en yüksek işletme kapasitesi ve su kalitesine ulaşılmaktadır.

5. Bileşik Akışkan Yatak (VWS) Prosesi (Şekil 4)

Bu proseste kullanılan filtre iki dikey kamaradan oluşmaktadır. Üst üste yer alan bu iki kamaraya bir nozul plakası ile birbirinden ayrılmaktadır. Bu kombinasyon, zayıf ve kuvvetli iyon değiştirici reçinelerin birbirlerine karışmasından kaynaklanabilecek problemleri ortadan kaldırarak, aynı ünite içerisinde kullanılmalarına imkan sağlamaktadır.

VWS-Sisteminin avantajları :

WS Sistemi ile aynı avantajlara sahiptir. Bunun yanı sıra

- Rejenerasyon daha verimlidir.
- WS Sistemine göre daha ekonomiktir.

WS- ve VWS Sistemleri arasında seçim yapılırken ham su analizi esas alınır. Eğer HCO_3^- konsantrasyonu (m-alkalinite), toplam tuz miktarının % 40'ından daha fazlaysa katyon kolonunda VWS- Sistemi kullanmak daha yararlıdır. Anyon kolonunda böyle bir uygulama yapmak için, kuvvetli disosiye olan komponent yüksekliğinin en azından 1000 mm olması gerekmektedir.

BAYER ayrıca aşağıdan yukarıya işletme prensibine göre başka teknolojiler de (Liftbed, Rinsebed, Multistep) geliştirmiştir. Şimdi bu sistemleri inceleyeceğiz.

6. Liftbed Prosesi – Asansör Yatak Sistemi (Şekil 5)

Her ünite ek bir nozul plakasıyla birbirinden ayrılan en az iki bölmeden oluşur. Üst kısım tamamı ile reçineyle doludur. İşletme ve rejenerasyon esnasında sabittir. Bölmeler, birinden diğerine reçine nakline olanak sağlayan bir boru ile birbirine bağlıdır. Her bölmenin üst nozul plakası inert reçine tabakası ile korunmaktadır. Ünitadaki toplam iyon değiştirici reçine miktarının üçte biri alt bölmededir. Bu sayede geri yıkama için yeterli oranda yer kalmaktadır.

Liftbed Sisteminin Avantajları :

WS Sistemi ile aynı avantajlara sahiptir. Bunun yanı sıra

- Filtre içinde geri yıkama olanağı sağlar
- Yüksek işletme kapasitesi
- Kesikli işletme için elverişlidir
- Çok düşük rejenerant ihtiyacı
- Yüksek tuz konsantrasyonlardaki sulara özellikle uygundur
- Hamsu önarıtımı optimize edilmemiş sulara uygundur.

Su kalitesine bağlı olarak (tuz konsantrasyonu, organik madde) ihtiyaç durumunda, Liftbed Sistemine, zayıf disosiye iyon değiştirici reçine için üçüncü bir bölme eklenebilir. Ayrıca, Liftbed ve WS Sistemleri beraber kullanılabilir.

7. Rinsebed Prosesi (Şekil 6)

Rinsebed Sistemleri, çapı 2000 mm'ye kadar olan orta ölçekli ve küçük ünitelerdir.

Tankın, tam orta noktasının üstünde bir kolektör sistemi mevcuttur. Arıtılmış su bu kolektör sistemi ile taşınır. Bu kolektör sisteminin hemen üstünde delikli bir levha vardır. Bu levhanın deliklerinin reçinenin geçebileceği büyüklükte olması gerekmektedir. İyon değiştirici reçine delikli levhayı örtecek şekilde tanka doldurulur. Bu levha, tankı alt aktif bölme ve üst bölme olarak ikiye böler (200 – 350 mm).

Geri yıkama sonrasında, ufalanmış iyon değiştirici reçine tanecikleri üst bölmeye geçer. Bu tanecikler, durulama veya rejenerantın seyreltilmesi esnasında belirli iyonları adsorbe eder.

Bu reçine tabakası, durulama ve seyrelme suyu için ihtiyaç duyulan yüksek kalitede suyun üretiminden sorumludur.

Rinsebed Prosesinin Avantajları :

WS Sistemi ile aynı avantajlara sahiptir. Bunun yanı sıra

- Filtre içinde geri yıkama olanağı sağlar.
- Rejenerasyonda ve katyon değiştirici reçinenin durulanmasında Ham su kullanılabilir.
- Anyon değiştirici reçinenin rejenerasyonunda ve durulanmasında dekatyonize su kullanılabilir.
- Küçük ve basit üniteler için kullanışlı ve uygundur.

İşletme esnasında, delikli plakanın üstündeki reçine tabakası, alt tabakadaki aktif iyon değiştirici reçineyi sabitler. Bu üst tabaka rejenerasyon esnasında aktif hale geçer ve durulamada kullanılan ham sudaki yabancı iyonları adsorbe ederek, arıtılan suyun kalite kayıplarını önemli ölçüde önler.

8. Multistep Prosesi

Son kullanıma bağlı olarak, Multistep Üniteleri üstüste ve nozul plakaları ile birbirinden ayrılan iki veya daha fazla bölmeden oluşur. Her bölme (en üstteki bölme dışında) bir rejenerant dağıtım kanalına sahiptir. Bu rejenerant dağıtım kanalı aynı zamanda üst üste geçmiş bölmeler arasında, rejenerant için bir drenaj işlevi görür.

Rejenerasyon yukarıdan aşağıya doğrudur. Blokaj suyu ile alt bölmeler kirlilik yüklerinden korunmaktadırlar. Sistemin rejenerant ihtiyacı, Akışkan Yatak Sistemi ile aynıdır (% 115 – 130 teori). Bu da klasik bir karma yatak ünitesinin rejenerant ihtiyacından %50 daha düşüktür.

Üç bölmeli sistemlerde (Karma yatak üniteleri yerine kullanılır), tampon katyon değiştirici reçine çok geniş zaman aralıklarla rejener edilir (>6 ay). Rejenerasyonun hemen ardından işletmeye geçilebilir (Anyon değiştirici reçinenin rejenerasyonu sonrası kalan artık NaOH kalıntıları tampon bölmeden geçerken nötralize olur), bu da sistemin durulama suyu ihtiyacını ciddi bir biçimde düşürür.

Multistep Sisteminin Avantajları :

WS Sistemi ile aynı avantajlara sahiptir. Bunun yanı sıra

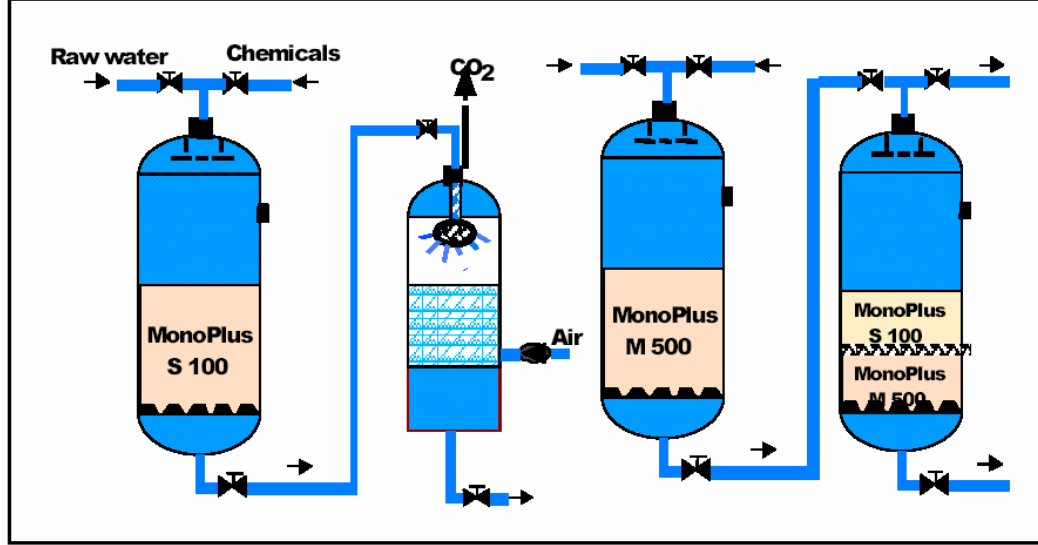
- Sadece bir ünite yeterlidir.
- Dealkalizasyondan demineralizasyona ve adsorbsiyona kadar yer tasarrufu sağlar.
- Yatırım bedeli düşüktür.
- Karma Yatak Ünitelerine göre daha az rejenerant ve hava harcar.
- Bölmeler ayrı olarak rejener edilebilirler.
- Spesifik akış hızının azalıp yükselmesine ve üniteye beslenen su kalitesinde oluşabilecek değişikliklere karşı hassas değildir.
- Kolayca otomatik hale getirilebilir.

Multistep üniteleri çok yönlüdür. Bu sistem son günlerde sürekli artan bir hızla Ters Osmoz sonrası ince arıtım (fine-polishing) ünitesi olarak kullanılmaktadır.

9. Çeşitli Prosesler Arasında Kıyaslama (Şekil 8)

Tarif edilen sistemlerin performans verileri arasındaki farklar şekil sekizde gösterilmektedir.

- Doğru Akım Sistemi



Şekil 1

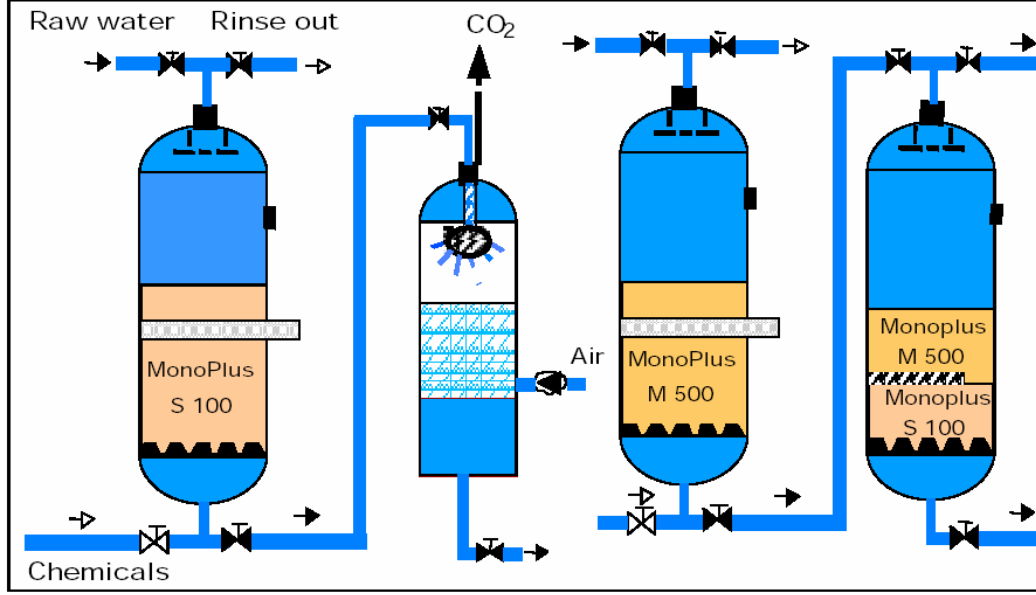
Avantajları :

- Filtre içinde geri yıkama olanağı (Kirliliklerin filtre içinde geri yıkama ile giderimi)
- %0 -%100 arasında akış hızı

Dezavantajları :

- Sıkışmış yatağı havalandırmak için mutlaka her rejenerasyon öncesi geri yıkama yapılması gereklidir
- İyi rejenerate edilmiş bir polishing tabakası için yüksek kimyasal ihtiyacı vardır.
- Tank hacminin verimli kullanılamaması (%100 geri yıkama boşluğu)
- Uzun rejenerasyon süresi ve yüksek durulama suyu ihtiyacı

Ters Akım – Karşı Basınc Sistemi



Şekil 2

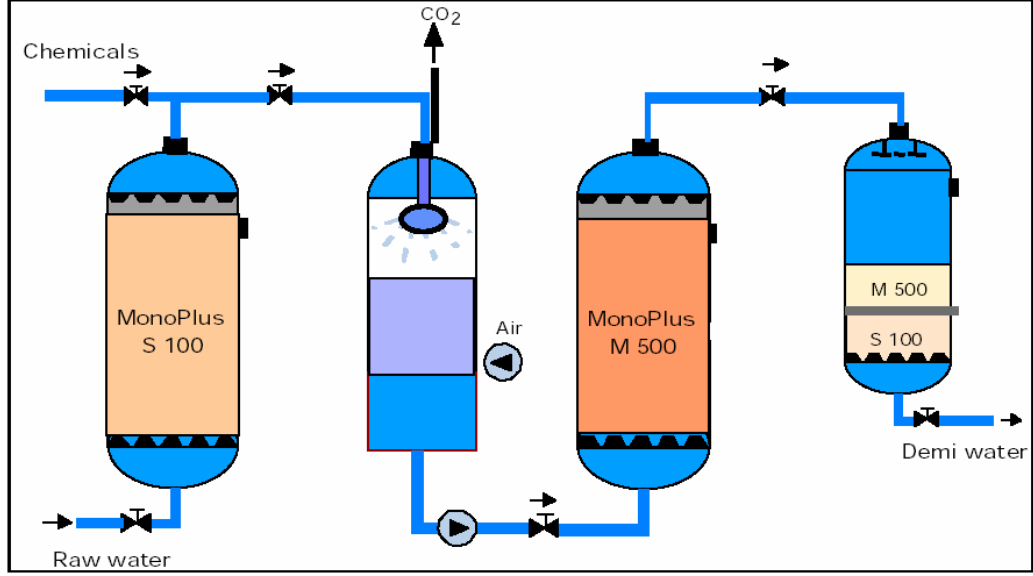
Avantajları

- Çok iyi rejenere edilmiş polishing tabakası
- Düşük rejenerant ihtiyacı

Bu Sistemin WS- / VWS Sistemlerine Göre Genel Dezavantajları :

- Sistem her 10-15 işletme periodundan sonra mutlaka rejenere edilmelidir.
- Yüksek rejenerant ihtiyacı sebebiyle daha fazla atık su oluşması
- Tankın kullanılabilir hacmi küçüktür (%100 geri yıkama boşluğu).
- Yüksek durulama suyu ihtiyacı

Akışkan Yatak Prosesi (WS- Sistemi)

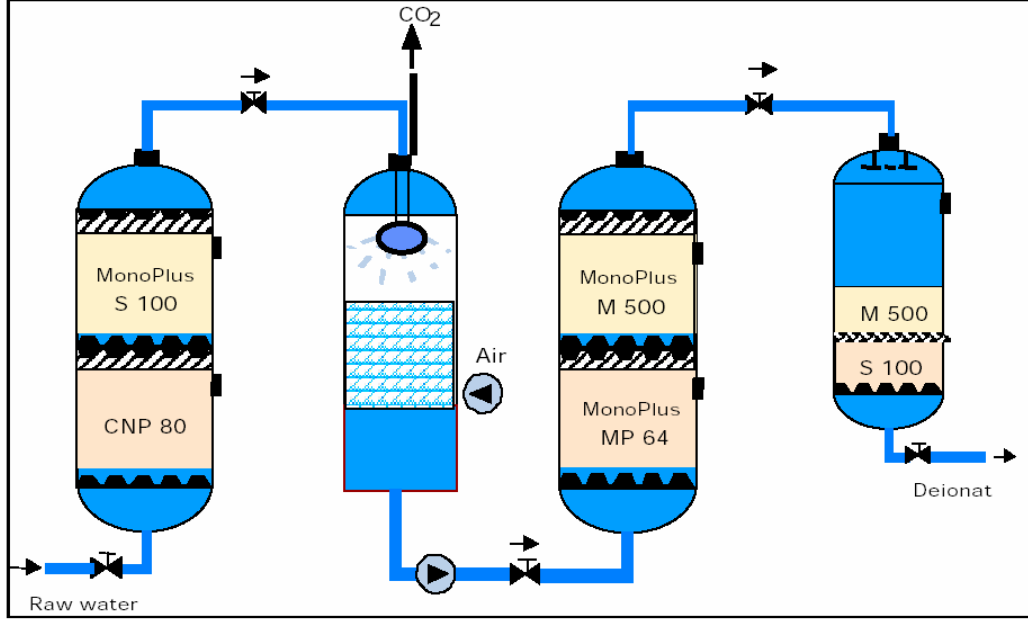


Şekil 3

Genel Avantajları :

- Sabit bir yatakta aşağıdan yukarı rejenerasyon
- Düşük rejenerant ihtiyacı
- Kısa rejenerasyon süresi sebebiyle uzun işletme süresi
- Kanallaşma olmaması, düşük basınç kaybı
- Az Atık Su
- Düşük Yatırım
- Düşük İşletme Maliyeti

Bileşik Akışkan Yatak (VWS-Sistemi)



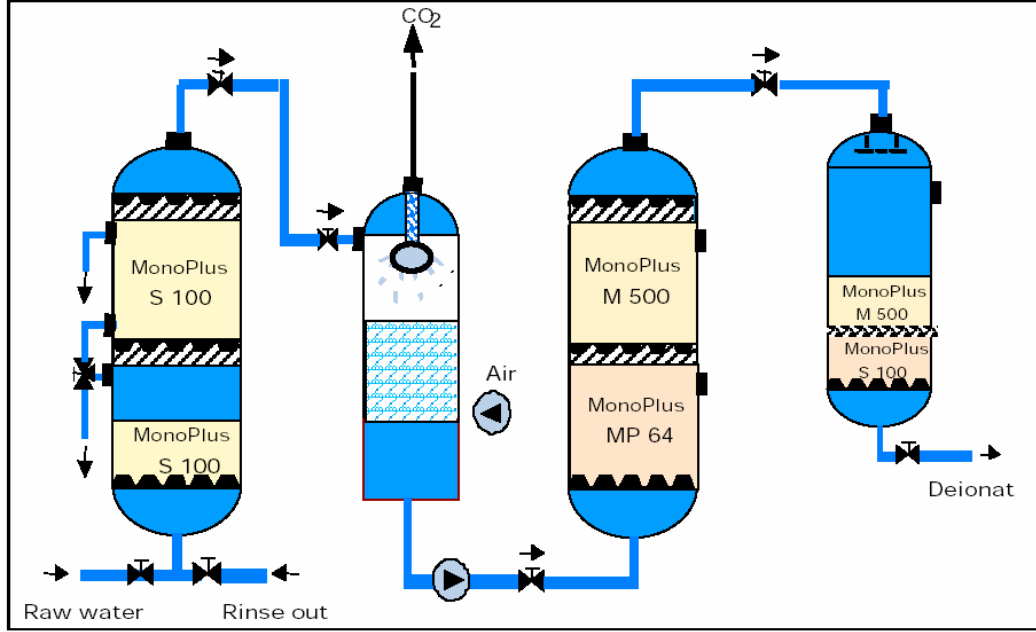
Şekil 4

Genel Avantajları :

WS Sistemi ile aynı avantajlara sahiptir.

- Yüksek rejenerasyon verimi
- Bir filtre kolonunda zayıf ve kuvvetli iyon değiştirici reçineleri beraber kullanma imkanı

Liftbed Prosesi (Asansör Yatak Sistemi)



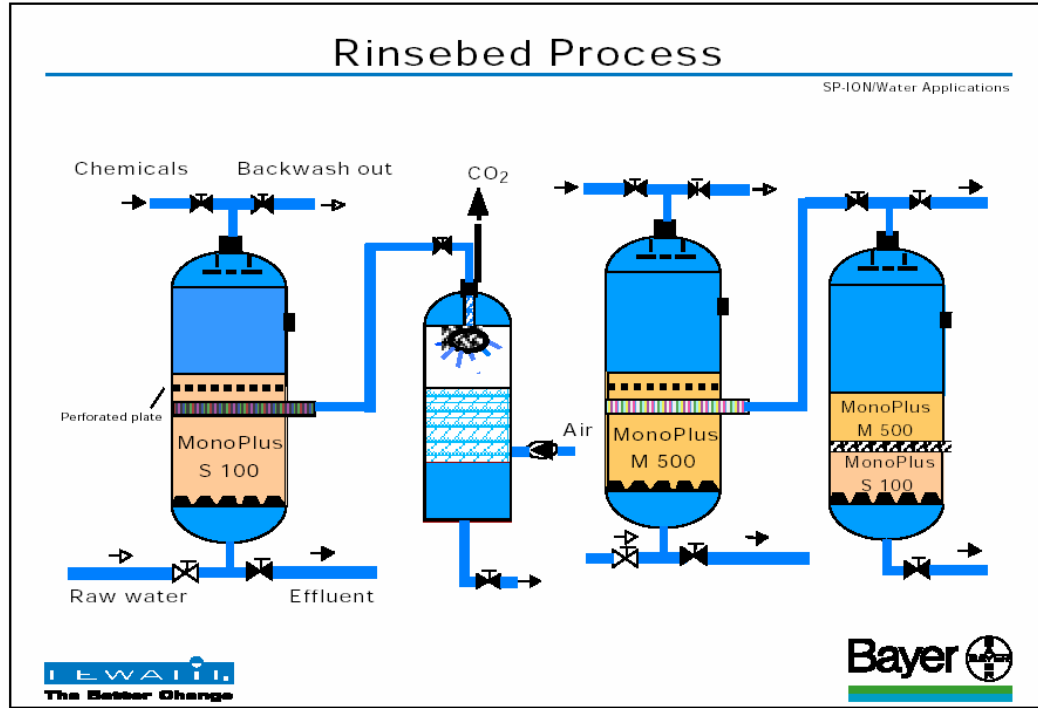
Şekil 5

Genel Avantajları :

WS Sistemi ile aynı avantajlara sahiptir.

- Filtre içinde geri yıkama olanağı sağlar.
- Yüksek yatak hacmi sebebiyle yüksek işletme kapasitesi
- Kritik ölçüde askıda katı madde içeren ham suların arıtımında kullanılabilir.

Rinsebed Prosesi



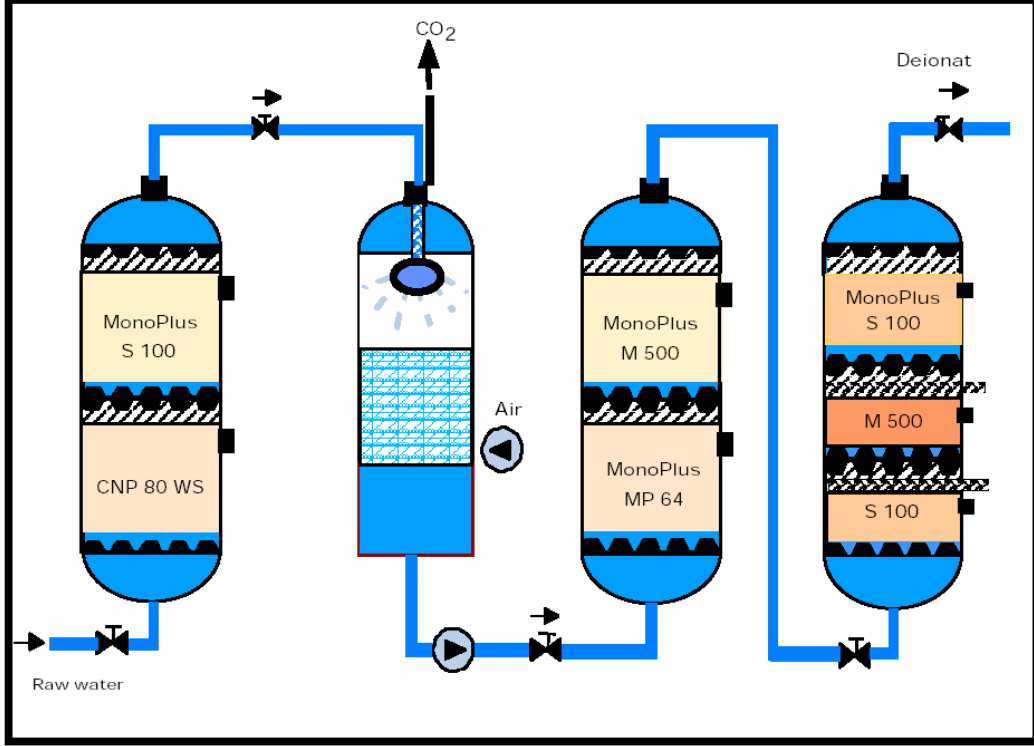
Şekil 6

Genel Avantajları :

WS Sistemi ile aynı avantajlara sahiptir.

- Filtre içinde geri yıkama olanağı sağlar.
- Katyon kademesinin rejenerasyonu için ham su, anyon kademesinin rejenerasyonu için dekatyonize su kullanılabilir.
- Tek hat basit üniteler için uygundur.

Multistep – Prosesi



Şekil 7

Genel Avantajları :

WS Sistemi ile aynı avantajlara sahiptir.

- Çeşitli iyon değiştirici reçine tipleri aynı ünite içindedir.
- Çok düşük iyon kaçağı (düşük iletkenlik)
- Yumuşatma, demineralizasyon, polishing gibi her türlü uygulama için elverişlidir.

Modern Bayer – Teknolojileri ile Doğru Akım Sistemin karşılaştırılması

	Doğru Akım	Akışkan Yatak (WS)	Liftbed	Rinsebed	Multistep
İşletme Dataları					
Rejenerant Fazlası (Teorinin %)	250 - 400	115 - 125	110	130 - 140	115 - 125
Servis Suyu (Yatak Hacmi)	6 - 10	2,5 – 3,5	2 – 2,5	2,5 - 3,5	2,5 – 3,5
İşletme Metrik Hız (m/h)	0 - 40	5 - 50	5 - 50	5 - 35	5 – 120
Rejenerasyon Süresi (h)	3 - 5	1,5 - 2	1,5 - 2	2	2 – 3,5
Artılmış Su Kalitesi					
İletkenlik (microsemens / cm)	5 – 20*	<2	<2	<5	<0,08
SiO ₂ Tip I (ppb)	<30 *	<20	<15	<20	<10
SiO ₂ Tip II (ppb)	<100	<50	<25	<50	<20
* = Na konsantrasyonu ve rejenerant miktarına bağlıdır					

Şekil 8