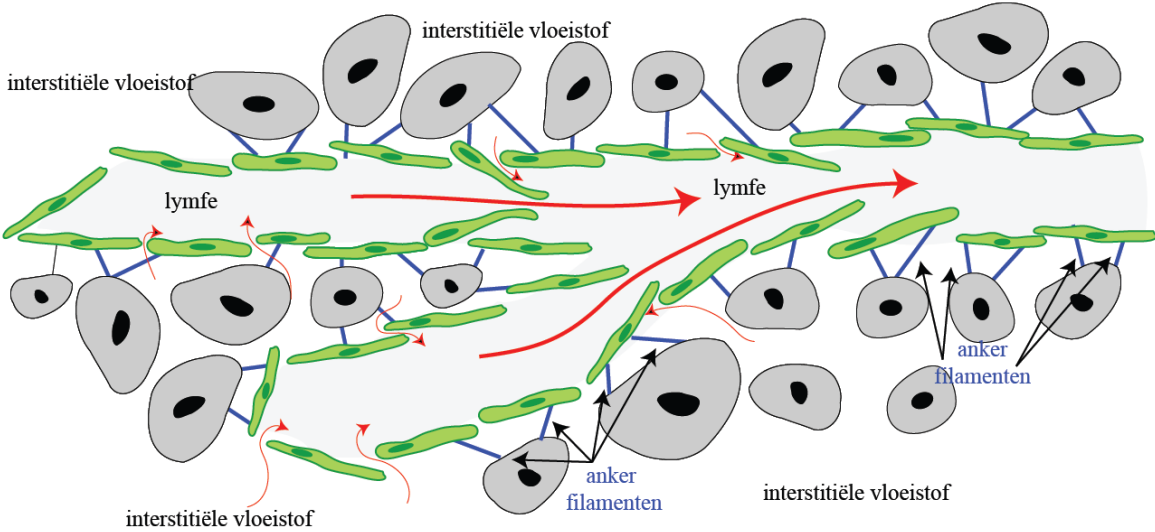


B.5.5. Het Lymfe Systeem

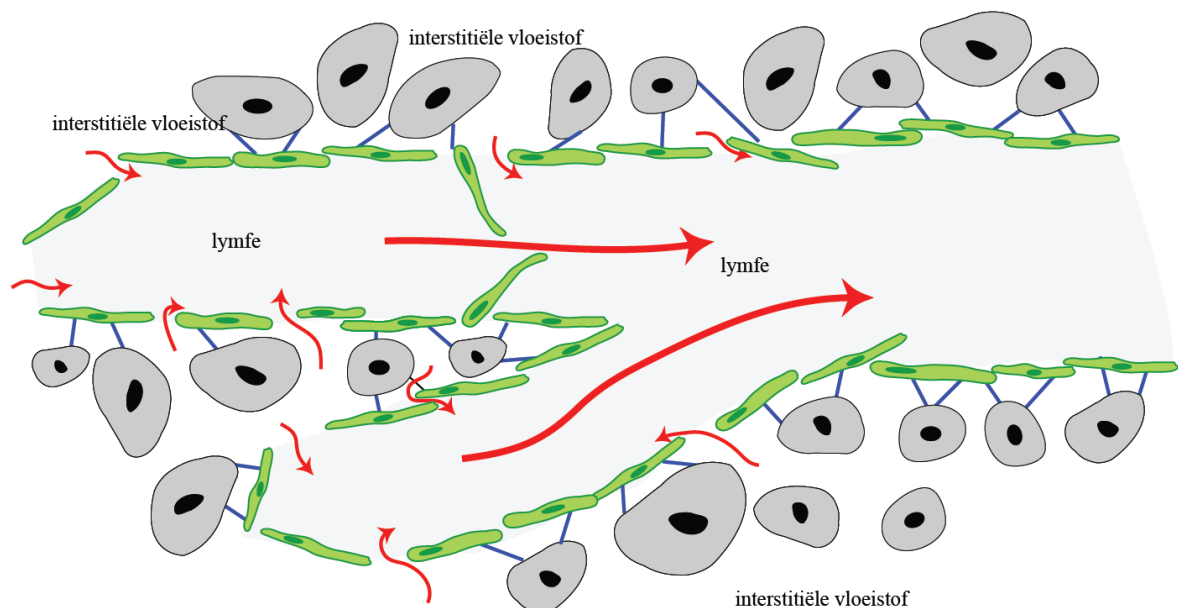
A. Waarom hebben we een lymfestelsel (= circulatie) nodig?

1. In het Starling-uitwisselingssysteem heb ik gezegd dat alle vloeistof die het capillair aan het begin van het capillair verlaat, weer wordt opgenomen aan het einde van de capillairen.	2. Dit is niet helemaal waar. Het overgrote deel van het interstitiële vocht, ca. 95% wordt inderdaad weer opgenomen door de haarvaten. Een kleine hoeveelheid ($\pm 5\%$) wordt echter NIET opnieuw opgenomen en blijft achter in de interstitiële ruimte.
3. Deze hoeveelheid zal in de loop van de tijd geleidelijk toenemen en zwelling (=oedeem!) veroorzaken.	4. Deze vloeistof moet dus een andere weg vinden om terug in de circulatie te komen. Deze andere weg is de lymfecirculatie .
5. We hebben ook het lymfestelsel nodig om ons te verdedigen tegen bacteriën en virussen. Dit wordt gedaan door gespecialiseerde cellen, zoals lymfocyten en macrofagen , die deze indringers aanvallen en fagocyteren (=opeten).	6. Die afweerfunctie van het lymfesysteem is de discipline van de microbioloog en de immunoloog en wordt hier niet verder besproken. We zullen het (alleen) hebben over de afvoer van de lymfe.

B. Microstructuur van het lymfestelsel:

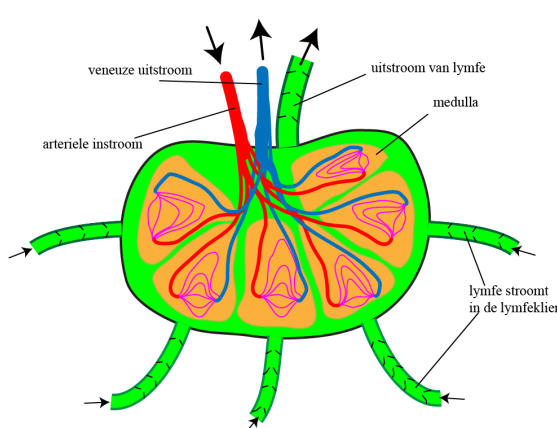
	
1. Lymfevaten zien eruit en gedragen zich heel erg als venulen (=kleine aders) en aders.	2. Ze beginnen in de weefsels, als bloedvaten met een blind einde.

3. Zoals te zien is in dit diagram, is er veel ruimte tussen de vatcellen zodat de interstitiële vloeistof gemakkelijk in de lymfevaten kan stromen en afdrijven.	4. Deze ruimtes en grote gaten zijn belangrijk omdat grote moleculen (eiwitten, vet) en zelfs fragmenten van cellen (bij een ontsteking) gemakkelijk in die lymfevaten kunnen vloeien.
5. Onthoud dat deze grote deeltjes de capillaire wand niet in de bloedsomloop kunnen passeren. De enige manier waarop ze kunnen worden (weg)getransporteerd, is via het lymfesysteem.	6. De cellen van de lymfevaten zijn zo gerangschikt dat ze elkaar overlappen. Deze overlappingsen werken als kleppen waardoor vloeistof in de lymfe kan komen, maar de vloeistof niet weer naar buiten kan gaan.
7. Er zijn ook, zoals in de venen, kleppen in de lymfevaten zodat de vloeistof maar in één richting kan stromen, weg van het weefsel en naar het hart toe.	8. In feite zijn er in de lymfevaten veel meer kleppen, groot en klein.
9. Ten slotte zijn er tal van verankerende filamenten die de lymfewand aan naburige cellen hechten.	10. Deze filamenten (collageen) houden de lymfevaten open bij een toename van interstitieel vocht.
11. Sterker nog, naarmate de interstitiële vloeistof toeneemt, zal deze verhoogde hoeveelheid vloeistof de cellen van elkaar wegduwen en dit zal de lymfevaten nog meer opentrekken! En dit zal op zijn beurt meer interstitiële vloeistof in de lymfevaten duwen.	



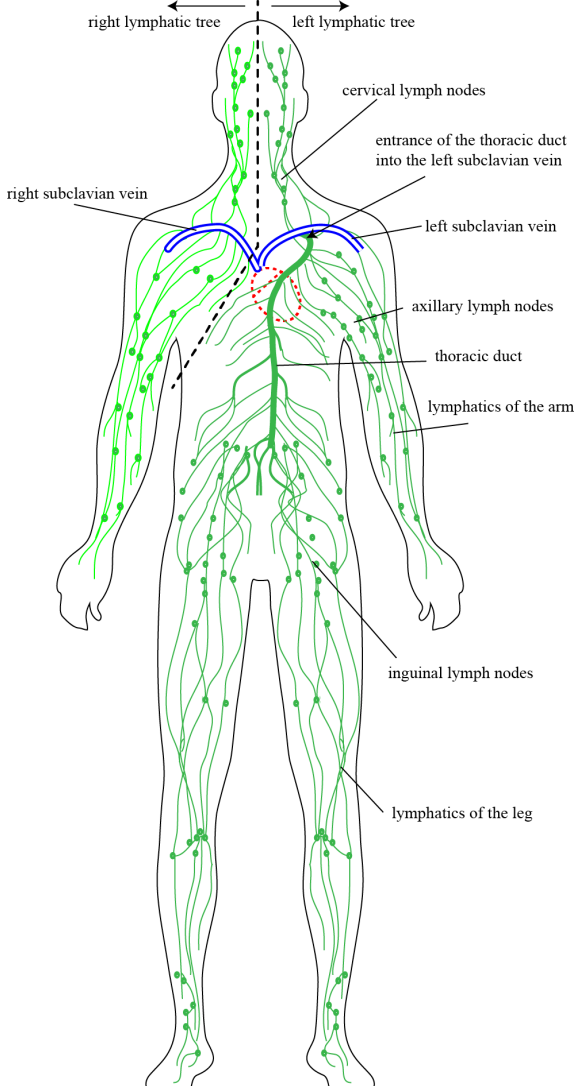
BasisFysiologie.nl

C. De lymfeklieren:

1. De lymfeklieren zijn kleine niervormige structuren waarin de lymfe uit perifere weefsels instroomt. Zoals hierboven uitgelegd, is deze lymfe gevuld met extracellulaire vloeistof, grote moleculen, cel fragmenten en mogelijk bacteriën en virussen.	 BasisFysiologie.nl
2. In de medulla van de lymfeknoop filteren knobbeltjes de lymfe. Deze knobbeltjes bevatten talrijke lymfocyten en macrofagen. Deze kunnen grote moleculen, bacteriën, enz. 'opeten' en vernietigen.	
3. In de medulla bevindt zich ook een uitgebreide capillaire toevoer van bloed, die ook veel van het lymfevocht absorbeert en terugstroomt naar het veneuze systeem.	4. Ongeveer 50% van de lymfe stroomt terug in het veneuze systeem via alle lymfeklieren samen.

D. De lymfeboom (zowel rechts als links!):

1. De lymfevaten, die weglopen van de weefsels, smelten geleidelijk samen en vormen grotere vaten.	
2. De lymfevaten verzamelen zich in de lymfeklieren waar potentiële bacteriën en virussen worden aangevallen en verwijderd. Ongeveer 50% van de lymfe wordt ook terug opgenomen in de veneuze circulatie in deze knooppunten.	
3. Vanuit deze knooppunten stromen grotere (lymfe)vaten door het lichaam. Ze lijken eigenlijk erg op de aderen (met kleppen enz.).	

4. In verschillende gebieden komen knooppunten samen in clusters waar ze uit grote delen van het lichaam uit stromen. De oksellymfeklieren bv. draineren en filteren de lymfe uit de armen. De lymfeklieren in de lies doet hetzelfde voor de benen.	 The diagram illustrates the human lymphatic system. It shows the right and left lymphatic trees originating from the head and neck, passing through the cervical lymph nodes, and then through the axillary lymph nodes in the armpits. The lymphatics of the arm and leg are shown converging into the axillary and inguinal lymph nodes, respectively. The thoracic duct is shown entering the left subclavian vein. The right subclavian vein is also labeled.
5. De onderste ledematen, de buik, de linkerarm en linkerborst en de linkerkant van het hoofd verzamelen hun lymfe in het thoracale kanaal dat door de buik en borst loopt. De ductus thoracicus mondt uit in de linker vena subclavia.	
6. De rechterarm en de rechterkant van het hoofd en de borst draineren in de rechter vena subclavia. Ik weet niet waarom dit asymmetrisch is, maar dit heeft ongetwijfeld iets te maken met de embryologie van het systeem.	

E. Tot slot: hoe stroomt de lymfe?

1. Het probleem is hoe de lymfe naar de lymfeklieren stroomt en uiteindelijk naar de subclavia-aderen en terug in de bloedsomloop? Er is immers geen lymfe 'pomp' zoals een hart.	2. Het probleem lijkt sterk op de bloedstroom in de venen (die ook geen eigen pomp hebben).
3. De oplossing is ook vergelijkbaar. Veel van dezelfde mechanismen die voor de venen werken, werken ook voor het lymfesysteem. Om te beginnen hebben ze ook kleppen, net als de venen.	4. Het belangrijkste mechanisme is de spierpomp. Zoals de skeletspieren bloed kunnen pompen, duwen ze bloed (in de venen) en lymfe (in de lymfevaten) naar het hart.
5. Andere systemen die de veneuze terugkeer helpen, zoals de ademhalingspomp en de	6. Het is belangrijk om te beseffen dat de totale hoeveelheid opgepompte lymfe erg laag is:

arteriële pomp, werken ook op dezelfde manier voor het lymfesysteem.	ongeveer 2-4 liter per dag. (Vergelijk dit met het hartminuutvolume van 5 liter per minuut!).
7. Het is ook belangrijk om te beseffen dat de lymfe uit verschillende delen van het lichaam sterk kan variëren. De lymfe uit de skeletspieren is bijvoorbeeld heel anders dan de lymfe die uit de darmen komt (vooral na een maaltijd!).	8. De rol van de lymfestroom wordt heel goed zichtbaar wanneer knopen in een bepaalde regio worden verwijderd. Dit is bijvoorbeeld het geval bij borstkanker.
9. Bij die ziekte wordt de tumor in de borst verwijderd en vaak ook de lymfeklieren in die regio (om uitzaaiingen te voorkomen).	10. Deze knooppunten bevinden zich in de oksels en voeren de lymfe vanuit de arm.
11. Als deze klieren operatief worden verwijderd, kan de lymfe niet meer wegvloeien uit de arm.	12. Deze lymfe blijft in de arm en veroorzaakt zwelling (=oedeem) van die arm.