

III. Summary (in Dutch)

De bezorgdheid over het grootschalige gebruik van natuurlijke grondstoffen, de toenemende wereldbevolking en de toenemende welvaart hebben er voor gezorgd dat vele regeringen, bedrijven en andere instituten het onderwerp 'duurzaamheid' en 'duurzame ontwikkeling' op de agenda hebben gezet. In 1987 heeft de Wereld Commissie voor Milieu en Ontwikkeling het begrip 'duurzame ontwikkeling' als volgt gedefinieerd: *"Ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen"* (WCED, 1987). Vijf jaar later werd op de Verenigde Naties conferentie over Milieu en Ontwikkeling in Rio de Janeiro de Agenda 21 gepubliceerd. De Agenda 21 definieerde: *"Het bereiken van de doelstellingen van kwaliteit van het milieu en duurzame ontwikkeling vereist efficiëntieverbeteringen in de productie en veranderingen in consumptiepatronen om optimalisering met de nadruk op het gebruik van hulpbronnen en minimalisering van afval te bewerkstelligen"*. De rol van de productie industrie is expliciet vermeld in de Agenda 21. Vele jaren na het begin van de wereldwijde bekendheid van het begrip 'duurzaamheid' ondervinden veel bedrijven nog steeds problemen met het bereiken van duurzame ontwikkeling van hun bedrijfsprocessen. Volgens Jovane (2009) is het probleem omtrent de duurzame ontwikkelingen in de productie industrie nog niet verholpen als wordt gesteld: "Het vervaardigen van producten vereist een toenemende hoeveelheid van natuurlijke grondstoffen" (Jovane 2009). Het doel van de literatuurstudie is te onderzoeken of de Delftse Systemkunde een mogelijke benadering is voor duurzame ontwikkeling in industriële systemen. De onderzoeksvraag is: Is de Delftse Systemkunde toepasbaar voor de duurzame ontwikkeling van een industrieel systeem?

Volgens vele auteurs waaronder Kidd (1992), Munn (1992) en Bell (2008) is er een gebrek aan één enkele definitie van duurzaamheid welke voor iedereen geldig is. Kidd stelt dat *"er is niet, en moet niet één enkele definitie van het begrip duurzaamheid zijn, dat logischer en productiever is dan andere definities"* (Kidd, 1992). Bell beargumenteert deze stelling als volgt: *"Mensen verschillen in milieu-, sociale en economische omstandigheden waarin zij moeten leven, en een enkele definitie welke moet gelden voor deze diversiteit kan zowel onpraktisch en gevaarlijk zijn"* (Bell 2008). Over de drie dimensies van het begrip duurzaamheid bestaat wel consensus, zoals blijkt uit de beschrijvingen van Kidd (1992) over de wortels van het begrip duurzaamheid. Deze dimensies bevatten milieu-, economische en sociale aspecten. Een duurzame ontwikkeling zal deze aspecten dan ook dienen te bevatten. Voor de uitleg van het begrip 'duurzame ontwikkeling' zijn de principes van Bellagio geïntroduceerd door Hodge en Hardi (1997). De principes van Bellagio bevatten onder andere de behoefte aan een duidelijke definitie van duurzaamheid, een holistische benadering en een duidelijke meetmethode om de duurzame ontwikkeling te waarborgen. De methode voor 'Schonere productie', welke is geïntroduceerd door het Verenigde Naties Milieu Programma, stelt voor om eerst

mogelijke verbeteringen in productie methoden te bedenken en deze vervolgens te evalueren aan de hand van alle duurzaamheids aspecten. Door de vele aspecten welke het begrip duurzaamheid omvat, stellen Espinosa, Harnden et al. (2008) het volgende: *"Er is brede acceptatie van de noodzaak voor een meer holistische benadering van het begrip duurzaamheid"*. De systeemkunde, in het speciaal de Delftse Systeemkunde, is gedefinieerd als een holistische methode. Volgens Veeke et al. (2008) bieden de conceptuele modellen van de Delftse Systeemkunde een volledige vrijheid met betrekking tot de fysische interpretatie. Het is aangetoond dat de modellen van de Delftse Systeemkunde ieder aspect kunnen definiëren en daarbij de systeem prestaties meten aan de hand van de ontwerp criteria en de afgeleide key performance indicators. De modellen van de Delftse Systeemkunde zijn het steady-state model, proces-performance (PROPER) model, en het innovatie model. Bikker stelt dat de ontwerp criteria zijn gebaseerd op de doelstellingen van het systeem. De criteria *effectiviteit*, *productiviteit* en *kwaliteit van het werk* kunnen worden beschouwd als directe metingen voor de duurzame prestaties van het systeem in de duurzame aspecten van milieu, economie en sociologie. De ontwerp criteria *flexibiliteit* en *innovatief vermogen* kunnen in mindere mate worden gerelateerd aan duurzame ontwikkeling. Tot slot is het ontwerp criterium *beheersing*, zowel de interne als de externe beheersing, nodig in ieder systeem.

Geconcludeerd kan worden dat de Delftse Systeemkunde haar toepassing heeft is op het gebied van duurzame ontwikkeling van industriële systemen. De Delftse Systeemkunde is een holistische methode en is daarom in staat alle aspecten van een industrieel systeem en alle aspecten van duurzame ontwikkeling in beschouwing te nemen. De indicatoren, vermeld in de Bellagio principes, bestaan in de Delftse Systeemkunde als ontwerp criteria en als afgeleide key performance indicators. Aangezien de ontwerp criteria zijn gebaseerd op de doelstellingen van het systeem, omvat ze de drie aspecten van duurzaamheid, ook wel bekend als de milieu-, economische en sociale aspecten. De doelstellingen van systemen kunnen weliswaar verschillen, de eigenschappen van de ontwerp criteria kunnen daar op worden aangepast. Om duurzame eisen voor een industrieel systeem te identificeren kan het innovatie model worden gebruikt. In de laatste fase van het innovatie model worden zowel het steady-state model als het PROPER model gebruikt om aan de hand van de ontwerp criteria de prestaties van het systeem te bepalen. Door de verschillende iteratieve koppelingen welke zich in het innovatie model bevinden, kan het innovatie model, net als de methode van 'Schonere productie', de verbeteringen evalueren aan de hand van de duurzame aspecten. Ten slotte kan worden opgemerkt dat de totale vrijheid van de holistische benadering samen met de niet volledig uitgewerkte definities van de duurzame aspecten kan leiden tot problemen bij het bereiken van duurzame ontwikkeling in industriële systemen. Indien het doel van de duurzame ontwikkeling niet exact is aangegeven, zal de systeemkunde niet in staat zijn de gewenste duurzame ontwikkeling te bereiken. Indien het doel van de duurzame ontwikkeling niet exact bekend is kunnen de ontwerp criteria niet op een correcte manier worden aangepast. Daarom wordt voorgesteld om verder onderzoek te richten op de specifieke duurzaamheids aspecten in relatie tot industriële systemen.